

**ESTUDIO GEOLOGICO DE LOS YACIMIENTOS MINERALES
DEL MACIZO CATALAN
ENTRE BELLMUNT DE CIURANA Y MOLA,
PRIORATO (TARRAGONA)**

J.L. CRESPO RAMON*
B. MICHEL*

RESUMEN.- Se aporta una cartografía geológica detallada de ese área y se define una formación precarbonífera (¿Ordovícica?) no conocida hasta ahora, que está afectada por dos fases de plegamiento atribuibles a la etapa Bretona de deformación. Asimismo se describen varias formaciones del Carbonífero y se muestra la existencia de otras dos fases Hercínicas de plegamiento.

Los yacimientos minerales son clasificados de acuerdo con sus metalotectos y situados en su contexto geológico. Aparecen así cuatro tipos de mineralizaciones: ligadas a fracturas de tensión en diques de pórfido, en filones-falla, en fracturas de tensión ligadas a fallas de desgarre y mineralizaciones con control sedimentario.

INTRODUCCION

El área objeto de este estudio se sitúa en la comarca del Priorato (Tarragona) y constituye el afloramiento más meridional del Paleozoico de las Cadenas Costeras Catalanas.

Se encuentra situada en los mapas 444 (Flix) y 471 (Mora de Ebro) del M.T.N. de E = 1:50.000. El acceso se lleva a cabo por la carretera nacional 432, Córdoba-Tarragona, desde la que se desvían dos carreteras locales a Molá y Bellmunt de Ciurana.

COY (1964) realizó en ella su Tesis Doctoral dedicada al estudio de los yacimientos minerales, con acento en los estudios mineralógicos. En cambio faltaba un estudio geológico regional basado en una cartografía precisa, que dado el tipo de materiales ha de ser de detalle. Solo ASHAUER y TEICHMÜLLER (1946) aborda-

* Geólogos. Servicio de Geología e Investigación. S.M.M.P.E. Alfonso XII, 30. MADRID-14.

ron este tema de un modo general. El mapa que nosotros aportamos es una reducción de la cartografía geológica que hemos realizado a $E = 1:4.000$.

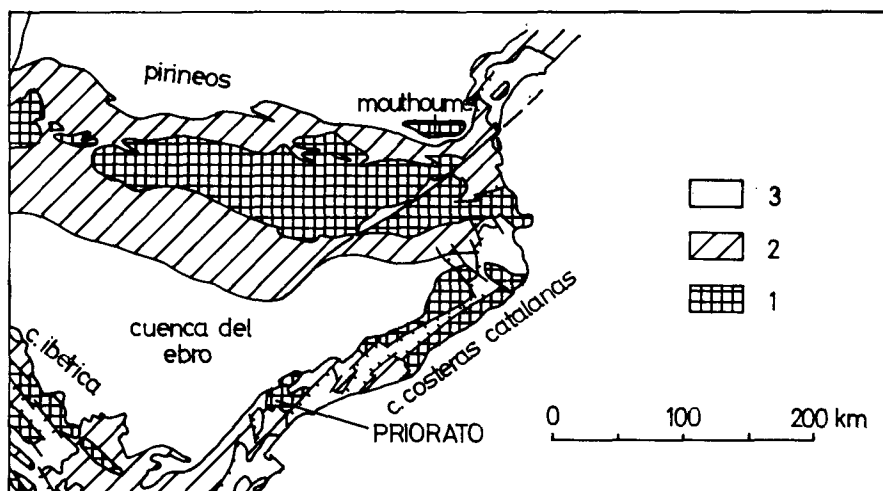


FIG. 1. Plano de situación geológica. Esquema a partir del «Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares».

- 1.- Zona axial pirináica, Paleozoico de las Cadenas Catalanas, del macizo del Mouthoumet y de la Ibérica.
- 2.- Orla Mesozoica y Terciaria.
- 3.- Cobertera Terciaria y relleno de fosas.

GEOLOGIA REGIONAL

La comarca del Priorato constituye un macizo de materiales Paleozoicos rodeado de terrenos Mesozoicos y Terciarios.

El área estudiada cuenta con las minas que han sido más importantes en la historia de la comarca. Otras zonas mineras son las de Argentera y La Selva-Albiol.

A) ESTRATIGRAFIA

Hay que distinguir tres grandes conjuntos: el que denominaremos *Formación de Les Pinyeres*, los terrenos del *Carbonífero* y los del *Triásico*. Los tres están separados por discordancias.

A,1) Formación de Les Pinyeres.- El área tipo se extiende desde la Ermita de ese nombre (mapa 10) hacia el Oeste. El corte tipo se desarrolla bajando el río Ciurana en ese área hasta la desembocadura del barranco Bertolí, siguiendo a continuación por éste aguas arriba (mapas 9 y 10). También se encuentran materiales de esta formación en Falset y al Oeste de Marsá (al Sureste del área cartografiada).

Está constituida por cuarcitas, pizarras, filitas, calizas, dolomías y localmente areniscas. Todo ello muy replegado por lo que es difícil establecer una serie. El miembro más característico de la formación lo hemos denominado *Tramo de Les Pinyeres* y sobre él hay en el plano geológico unos apuntes cartográficos. Lo constituyen unas cuarcitas blancas muy puras que en bancos decimétricos o centimétricos alternan con unas pizarras negras. Este tramo aflora en la Ermita de Les Pinyeres y mediante un pliegue va a hundirse hacia el Noroeste en el río Ciurana ¹. Se vuelve a encontrar en varios puntos, bien por una repetición ciclo-témica o quizás por una causa tectónica.

El resto de la formación tiene unas cuarcitas de color beige o grises que alternan con pizarras negras en bancos métricos, decimétricos o centimétricos. Normalmente cuanto más incompetentes o más finos son los estratos están más replegados.

Las calizas y dolomías no están representadas en el barroco Bertolí. Se encuentran en el río Ciurana ² en las proximidades del puente de la carretera Masroig-Molá, están en bancos decimétricos y han dado una fauna de *ostrácodos* (ORCHE *et al.*, en prensa) no determinados.

Discordantemente sobre la formación se sitúan unas liditas no replegadas de unos metros de potencia (frecuentemente de 1-2 m.), según se puede ver en el mapa geológico. En el barranco Bertolí las liditas dan un resultante de 1 m. de altura a todo lo largo del cual se observa la superficie irregular de su muro y las diferencias de ángulo con las pizarras inferiores, que están replegadas. Estas liditas son un nivel guía a escala supraregional, en las Cadenas Costeras Catalanas y en los Pirineos. Su edad es Turnesiense, habiendo sido datadas en la Montagne Noire.

La Formación de Les Pinyeres ha de ser por tanto precarbonífera. La hemos comparado con el Devónico medio-superior datado recientemente (COLODRON *et al.*, en prensa) en la zona de las Vilellas (sólo 6 km al Norte de Bellmunt) consti-

¹ Su interferencia con la topografía ofrece una cartografía curiosa: en el río se dibuja el pliegue, mientras que en la ladera sólo se encuentra el flanco inferior. Es un pliegue neutro.

² Es espectacular el corte de la orilla derecha del río aguas abajo del puente.

tuido por pizarras muy plásticas y lalitas³ y no es en nada asimilable a él. Tampoco es comparable al Silúrico y al Devónico descritos por ASHAUER y TEICHMÜLLER (1946). Por la variedad de sus materiales y sus características litológicas parece que se puede corresponder mejor con los materiales del Ordovícico que ellos describen.

A, 2) Carbonífero.- La serie de esta edad ocupa la mayoría del área cartográfica y es también el componente fundamental del Paleozoico del Priorato.

El conjunto es muy potente, algunos miles de metros, y dadas sus importantes variaciones laterales de facies, la intensidad del plegamiento hercínico y los importantes saltos de las fallas alpinas, que dividen el área en grandes bloques, no podemos sino describir varias formaciones de distintos bloques y hacer una estimación de sus posiciones relativas.

a) Formación de la mina Montse.- Constituye la base del Carbonífero y se sitúa discordantemente sobre la Formación de Les Pinyeres.

El corte tipo tiene dirección NW-SE y pasa por la mina Montse. Auxiliariamente proporciona datos interesantes el Barranco Bertolí (ambos en el mapa 9). El área tipo la constituye el bloque limitado al Norte por la falla del Ciurana y al Este por la falla que pasa junto a la mina Berta.

Comienza con un nivel de lalitas que alternan con areniscas en niveles decimétricos (Mina de Manganeso). Encima del primer nivel de lalitas se sitúa una capa de Fe-Mn de 0,50 m. de potencia, que llega a alcanzar los 0,70 m., con una continuidad lateral de al menos 300 m. (desde la citada mina hacia el Oeste). El nivel mineralizado llega a situarse directamente sobre la discordancia antes de desaparecer hacia el Oeste. El conjunto con lalitas no sobrepasa en nuestro área los 2 m. de potencia, pero es un apreciable nivel guía (A, 1 y Fig. 2). Como ya hemos indicado es atribuido al Turnesiense.

Según ROUTHIER (1963) el Mn se presenta en la proximidad de la costa y subparalelo a ella, siendo un nivel característico de las transgresiones. Este mismo autor describe la presencia de yacimientos de Mn en la Zona Axial Pirenaica, el Macizo de Mouthoumet y la Montagne Noire en el tránsito Devónico-Carbonífero.

Sobre el nivel de lalitas se sitúan unas cuarcitas grises muy compactas en bancos masivos que superan a veces el metro de espesor, areniscas y algunos niveles poco potentes de lalitas y pizarras. Este tramo puede tener de 85 a 160 m. de potencia (esta formación se caracteriza por fuertes variaciones de ella).

³ Pizarras y lalitas anteriormente

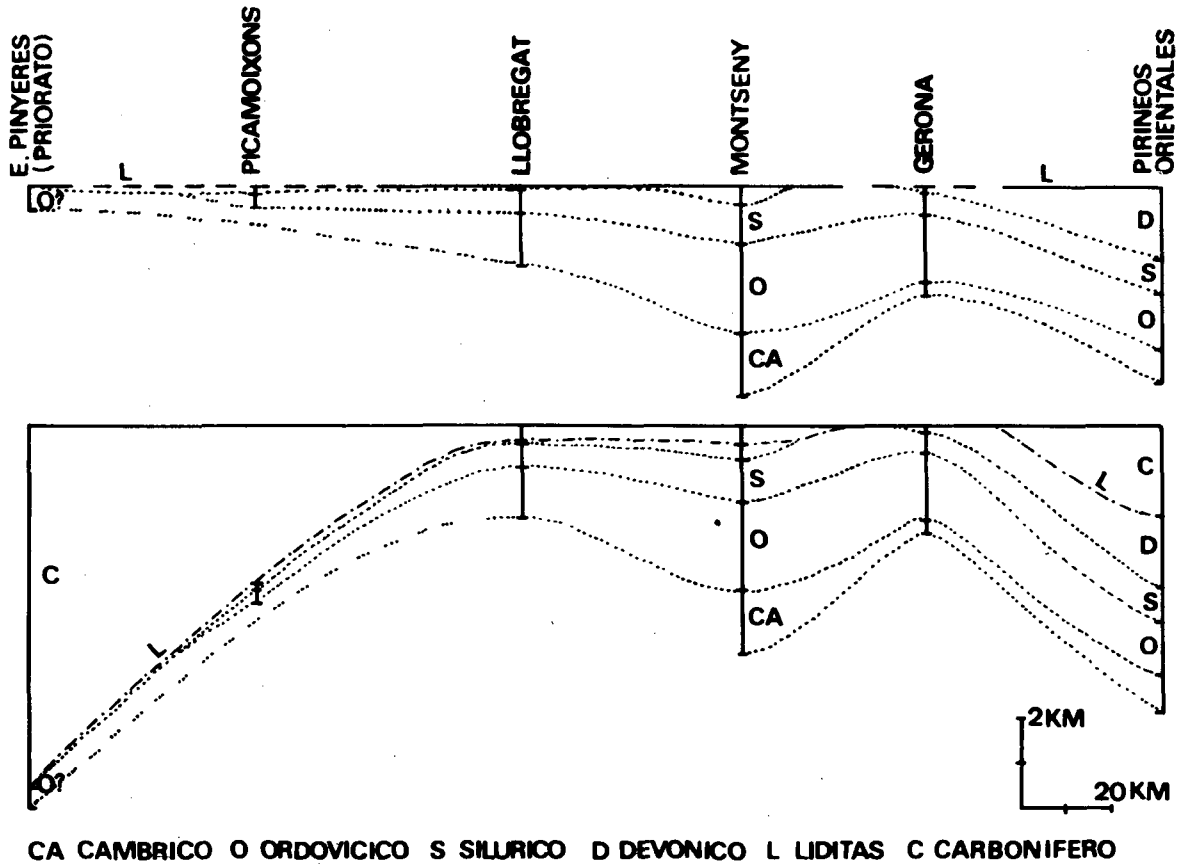


FIG. 2. Corte estratigráfico Ermita de Les Pinyeres (Priorato)-Pirineos Orientales. Integramos datos de Ashauer y Teichmüller (1946), Fontboté y Julivert (1954) y nuestros.

Continúa con unas pizarras grises o negras, muy laminadas normalmente, y con estratificación cruzada. Este tramo tiene un carácter lenticular, ya que su potencia es de 160 m. en la mina Montse y llega a ser de 15 m. en la zona más occidental cartografiada (mapa 9). Las areniscas superiores tienen una potencia que va de los 65 a los 5 m.

Sobre ellas hay unas calizas dolomíticas, de una potencia máxima de 2 m., tableadas. Y en su techo unas areniscas grises de potencia desconocida debido a la falla de Ciurana, que no permite ver su techo.

Las calizas son análogas a las que uno de nosotros, CRESPO, encontró en las proximidades de la Vilella Alta, que tienen una fauna (COLODRON *et al.*, en prensa) de *crinoides*, *radiolarios*, *espículas* (?) y *Goniatites* que datan el Viseense. No son sólo equiparables las calizas, la Formación de la mina Montse es idéntica a la que se extiende desde el desvío a la Vilella Alta hacia el Noroeste (salvo que allí no se han encontrado las liditas del muro).

La Formación queda datada como del Carbonífero Inferior ya que se encuentran en ella el Turnesiense (liditas de la base) y el Viseense (calizas próximas al techo).

Esta serie se repite en varios puntos: en el enclave del Sur de la mina Jalapa, al Sur del Mas del Fraile y al Noreste del Mas de Calafi (siempre en el mapa 5). Ya que la serie es tan característica (lo que nos inclina menos por causas estratigráficas) creemos que se repite tectónicamente. Hay que indicar que aunque la serie descrita se encuentra en el bloque de la mina Montse, las otras están en el bloque de Molá, al Norte de la falla del Ciurana. En el bloque de la mina Montse afloran los materiales más profundos del área.

b) Formación de la mina Mineralogía.- Se encuentra situada al Sureste de esta mina. En ella se puede observar la sucesión rítmica siguiente: areniscas-calizas, más de 104 m.; areniscas-calizas, 32 m.; areniscas-pizarras-calizas, 80 m.; areniscas-pizarras, 72 m. y conglomerados-areniscas, más de 160 m. La descripción está hecha de muro a techo. En total la potencia es superior a los 450 m. Pertenecen al Bloque de Molá.

c) Formación de la mina Regia.- El tramo de base está constituido por más de 600 m. de areniscas y pizarras que quedan biseladas en su muro por la falla Subirat (mapa 6) que las pone en contacto con el Triásico. Encima se sitúan unas pizarras, a las que siguen unas areniscas que hacia el Oeste se transforman en una serie alternante de areniscas y pizarras, que tienen a veces aspecto cinerítico y abundantes estructuras sedimentarias (Fig. 3B). Se encuentra a continuación un nivel de pizarras muy característico: se trata de una alternancia de tipo flyschoides que se acuña hacia el Este, al Norte del cementerio de Bellmunt. En el techo hay unas areniscas y a continuación un nuevo gran conjunto, de más de 300 m., de areniscas y pizarras alternantes en ritmos de amplitud decamétrica, métrica e incluso centimétrica. En el mapa se puede observar que hay una disminución de potencia hacia el Oeste. También en esa dirección se hace más grosero el tramo. Los niveles tienen un carácter lenticular. Encima hay una serie de areniscas, a veces micáceas, de más de 600 m. de potencia, sobre las que se sitúa un nivel de conglomerados muy típicos, con matriz abundante y cantos redondeados, con poca esfericidad y poligénicos (pero de cuarzo o cuarcitas sobre todo). A los conglomerados siguen unos metros de pizarras y sobre ellas hay un nivel de liditas de 2-3 m. de potencia. De nuevo sobre ellas hay un nivel de conglomerados análogos a los anteriores, aunque quizás con menos cantos. El conjunto conglomerados-pizarras-liditas-conglomerados tiene unos 36 m. de potencia (varía mucho). En el techo hay unas areniscas grises; entre ellas y los conglomerados a veces se intercalan unas pizarras.

Esta formación, que en la mina Regia es monoclinial y buza al Norte, tiene unos 2.000 m. de potencia, valor que solo es un orden de magnitud, puesto que tiene fuertes variaciones.

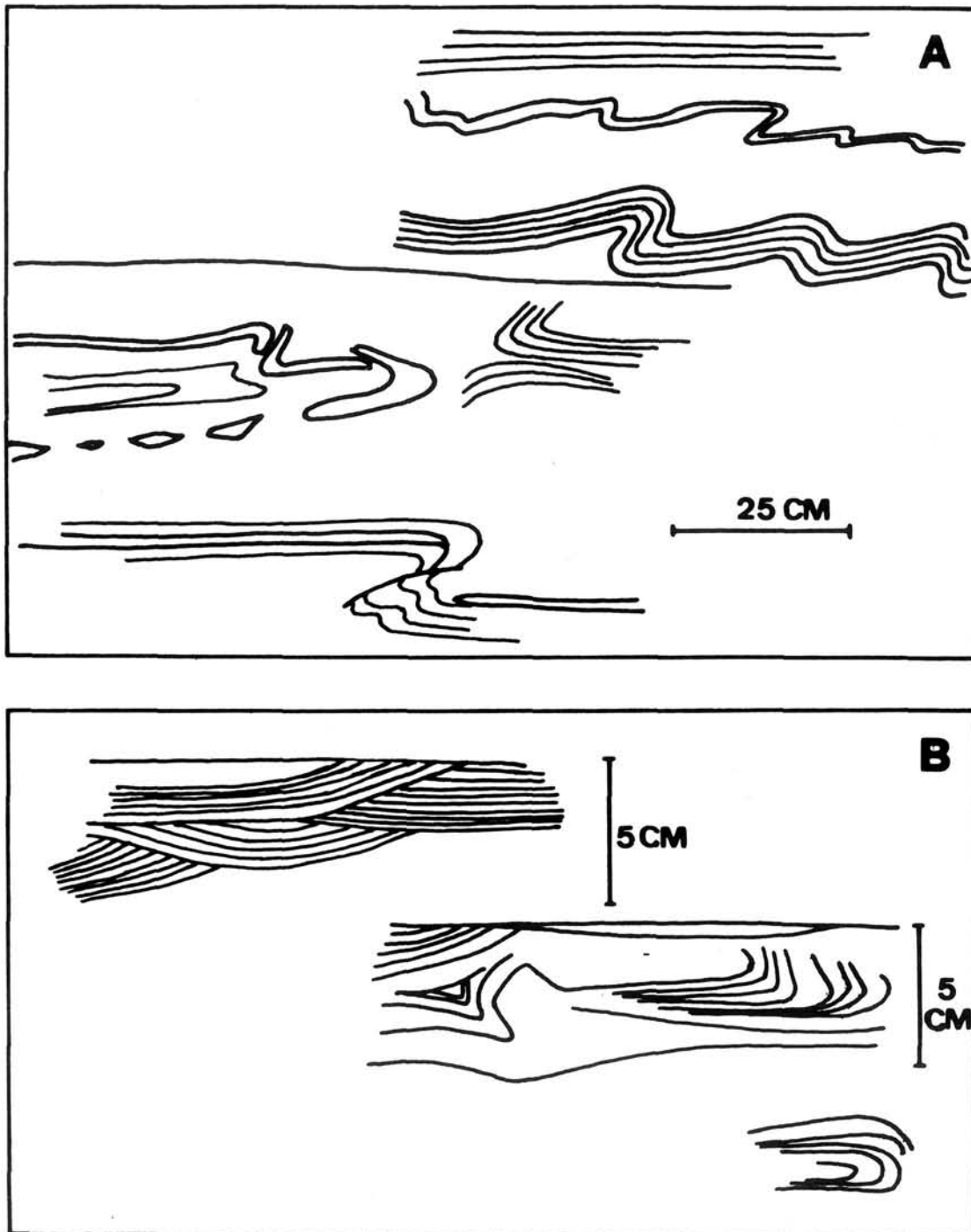


FIG. 3. Estructuras sedimentarias en el Carbonífero.
 A.- Pliegues de «slumping» en un nivel de calizas dolomíticas.
 B.- «Slumping» y estratificación cruzada en areniscas.

Otra formación distinta es la que se extiende al Sureste de la mina Eugenia. Compuesta fundamentalmente por areniscas con nivelillos de pizarras (cm), tiene también algunos grandes lentejones de pizarras. Su potencia es del orden de los 800-1.000 m.

d) Conclusión.- La serie Carbonífera tiene al menos 3.500-4.000 m. de potencia, cantidad que es la suma de las cuatro formaciones distintas antes descritas, del área cartografiada. Hay formaciones de ese área no reseñadas. No es aventurado, en consecuencia, suponer una potencia de 7.000-8.000 m. para el Carbonífero del Priorato, comarca mucho más amplia (Fig. 2).

Son característicos el carácter lenticular, la ritmicidad a veces de tipo flyschoides y las intercalaciones de liditas, que pueden ser manifestaciones de una cierta influencia volcánica ⁴.

En cuanto a edad, están representadas el Turnesiense y el Viséense (Formación de la mina Montse) y ha sido datada (COLODRON, *et al.*, en prensa) una flora compuesta por varias especies de *Calamites* de edad Westfaliense-Estefaniense en la zona de las Vilellas, en una posición que no podemos correlacionar con la serie del área Bellmunt-Molá. A pesar de que uno de nosotros, MICHEL, ha encontrado una flora fósil justo al Norte de la mina Mineralogía. Es muy probable que materiales de esa edad también los haya en nuestro área.

A, 3) Triásico.- Se sitúa discordante sobre toda la serie Paleozoica y, según LLOPIS (1947), antes de su depósito se llevó a cabo la peneplanización de ésta. El afloramiento más importante es el sinclinal del Serrahí, al Suroeste de Bellmunt. Las potencias que doy a continuación pertenecen al flanco oriental, no tectonizado.

Se pueden distinguir las siguientes unidades de muro a techo:

a) Tramo detrítico de base.- Se puede observar en los mapas 6 y 7. Está constituido de areniscas cuarzosas de color blanco. La potencia es muy variable, localmente 16 m., ya que constituye el muro del Buntsandstein.

b) Buntsandstein.- El resto está constituido por areniscas y arcillas rojas y tiene una potencia de 230 m. En el flanco Noroeste del sinclinal la potencia es solo de algunas decenas de metros, ya que lo corta la falla Subirat (inversa), pero quizás también por causas estratigráficas (?) como en el caso del Muschelkalk 1.

c) Muschelkalk 1.- Formado por calizas y dolomías tiene una potencia de 180 m. en el flanco oriental del sinclinal, mientras que en el occidental se hace casi la mitad. No faltan los niveles del techo y del muro, ni hay nada que indique una causa tectónica para esta disminución de potencia.

⁴ Hay liditas en los bloques de Molá y de la mina Montse y no las hay en los de las minas Regia y Eugenia.

d) Muschelkalk 2.- Lo forman margas y arcillas de color blanco, rojo, amarillo u ocre. A veces es calcáreo. La potencia es mayor de 50 m., pero desconocida, ya que falta el tramo superior.

La disminución de potencia en el flanco occidental del sinclinal del Serrahí, que tiene en el Muschelkalk 1 origen estratigráfico, puede estar causada por la falla Subirat, que tiene importancia en los movimientos alpinos, pero que puede ser más antigua. Es sólo una hipótesis, que está apoyada por algunos datos de la mina Eugenia.

A, 4) Terciario (?) - Cuaternario.- Como materiales totalmente postorogénicos se encuentran arcillas, limos y margas de color amarillo, Terciarios (?), quizás Oligocenos.

Además se encuentran varias terrazas antiguas con aluviones, con cantos muy redondeados, que están hasta 60 m. por encima del lecho actual del río Ciurana. A ellas hay que añadir los aluviones de depósito actual en este río.

B) MAGMATISMO

Hay dos importantes tipos de manifestaciones ígneas: los diques de pórfido y el granito de Falset.

B, 1) Los diques de pórfido.- La serie está atravesada por diques riolíticos de la misma naturaleza cualquiera que sean las rocas encajantes. El Buntsandstein es discordante sobre ellos.

Son discordantes con las rocas encajantes (no hay congruencia entre el contacto y la estructura interna de las rocas encajantes), son conformes en general (hay congruencia entre el contacto y la estructura interna de los diques). Los diques muestran frecuentemente una estructura planar primaria, especialmente en las zonas más próximas a los contactos, paralela a ellos.

La facies de borde es vítrea a simple vista y sólo destacan en ella pequeñas pajitas de biotita y/o clorita orientadas. Alguna vez hay también feldespatos potásicos desorientados. Hacia el interior de los diques la cristalinidad es mayor, hay fenocristales de cuarzo con golfos de corrosión, feldespatos potásicos y/o plagioclasas, a veces también mica blanca y las pajitas de biotita y/o clorita que ya aparecían en la facies de borde. Los fenocristales tienen de 1 a 2 mm. y sólo localmente son mayores (feldespato potásico de 1 cm.). La matriz es microcristalina, de la misma naturaleza de los fenocristales, apareciendo como minerales acceso-

rios esfena, apatito, circón, sericita y carbonatos. El color es crema claro o grisáceo, rojo, marrón o amarillo. La composición es la de una riolita o una riolita potásica.

Los pórfidos producen metamorfismo de contacto en las rocas encajantes. Las pizarras aparecen «mosqueadas», estando estas «moscas» constituidas de biotita y a veces también de turmalina y moscovita. El metamorfismo de contacto pertenece a la facies de las corneanas de albita-epidota.

Al Oeste de la falla del Ciurana, en el bloque de Molá, se extiende un gran dique, con una longitud de casi tres kilómetros (está cortado al Este y al Oeste por fallas) y una potencia de 300-500 m. Tiene grandes enclaves. Es de dirección Este-Oeste y buza al Norte 40-45°, inclinación que ha sido comprobada por los sondeos realizados. Este es también el buzamiento de los grandes enclaves, asimismo comprobado con sondeos.

Al Este de la falla del Ciurana los diques forman un haz con frecuentes digitaciones. La dirección general es N 70° E, con buzamientos de 40-45° al Norte (localmente llegan a ser de 60°).

En el bloque de Molá hay otros diques de dirección N 30° E, verticales o con fuertes buzamientos al Sureste, de naturaleza totalmente análoga a la de los demás.

Sólo hemos observado un dique de naturaleza distinta. Atraviesa la Formación de Les Pinyeres al Noroeste de la Ermita de ese nombre en el río Ciurana. Es de color gris verdoso, de grano muy fino, raya el martillo y tiene diseminada piritita y calcopirita.

Evidentemente los pórfidos intruyen fracturas de tensión, que son las que dan lugar a la disposición en las direcciones generales antes indicadas. Pero a veces siguen fracturas oblicuas o perpendiculares a aquéllas, preexistentes, que continúan en las rocas encajantes (Fig. 4). No hay que confundirlas con otras fallas posteriores a los diques y que los desplazan. El contacto de los diques es en general limpio.

B, 2) El granito de Falset.- Este pueblo está situado 5 km. al Sureste de Bellmunt de Ciurana. Y está enclavado en una banda de rocas metasedimentarias de la Formación de Les Pinyeres de dirección Este-Oeste que parte en dos un «stock» granítico. La masa del Norte tiene una extensión superficial de 8 km² y 16 km² la del Sur.

Se trata de un granito biotítico, localmente con hornblenda, de grano medio (2-4 mm). En conjunto el tamaño de grano y la composición son muy homogéneos. Los componentes fundamentales son plagioclasas, cuarzo, feldespato, potásico, biotita y/o hornblenda. Como accesorios aparecen esfena, epidota, apatito

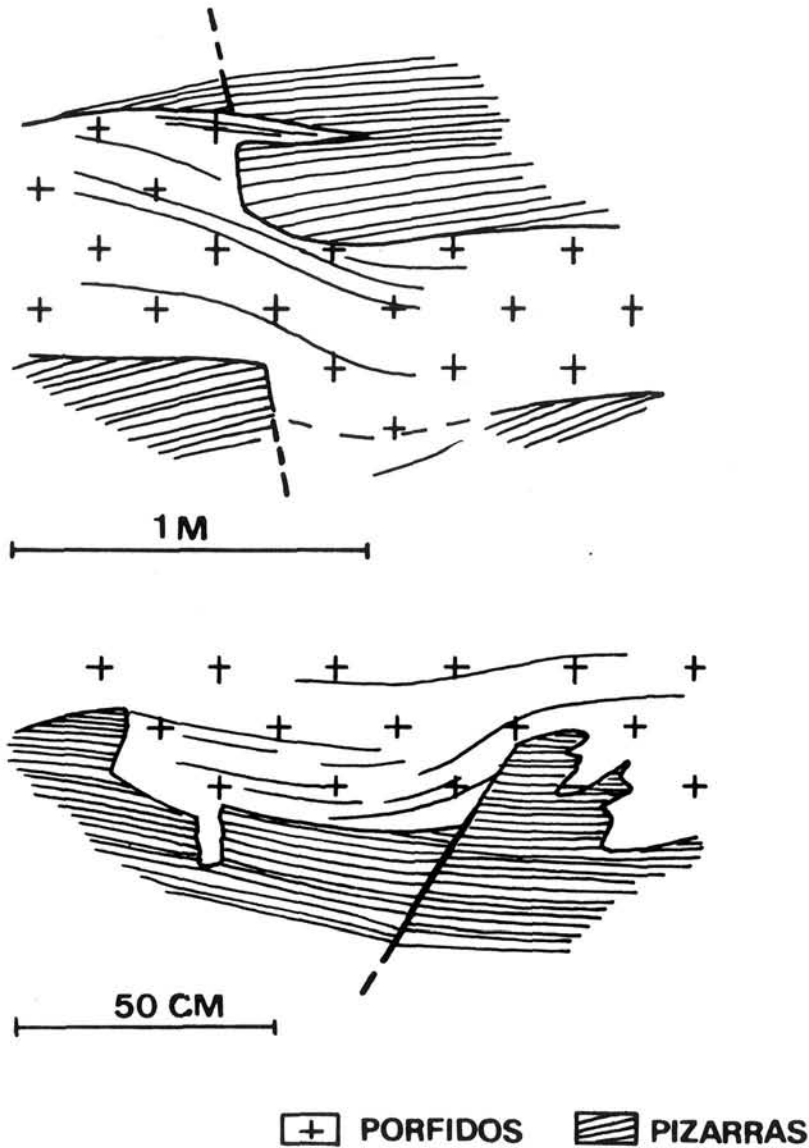


FIG. 4. Formas de intrusión de los diques de pórfido. Además de en las grandes fracturas en las que se disponen se acomodan en otras más antiguas («prepórfidos») oblicuas o perpendiculares a las principales. Afloramiento del río Ciurana al Norte de Bellmunt. Planta.

to, circón y opacos. Se trata de un granito s. str... Utilizando los datos de COY (1964) se trata de una granodiorita, ya próxima a una ademallita.

La masa está atravesada por multitud de pequeños diques: aplíticos, de granito potásico, porfídicos (análogos a los del área Bellmunt-Molá).

Tiene un carácter intrusivo bien marcado. Corta claramente la estratificación y sus límites son frecuentemente lobulados. Buza hacia las rocas encajantes entre 40 y 70°. Solo nos ha sido posible observar líneas de flujo localmente. Se trata de un «stock» de epizona de bordes circunscritos.

Produce metamorfismos de contacto en las rocas encajantes, que llega a ser de la facies de las corneanas piroxénicas (contacto en la carretera Falset-Mora de Ebro, 900 m. al Este del desvío oriental a Masroig). En nuestra opinión el metamorfismo de contacto decrece muy rápidamente al alejarse del granito. Hay que indicar que en toda el área cartografiada es difícil encontrar unas pizarras que no estén «mosqueadas», aunque estén lejos del granito y de los diques riolíticos.

LLOPIS (1947) y otros autores señalan la existencia de una llanura de erosión pretriásica. Si aceptamos ésta y tenemos en cuenta el carácter postorogénico tanto del granito como de los diques de pórfido, y que el Bunsandstein se deposita discordante sobre ambos, se puede admitir para ellos un mismo nivel de intrusión (no nos parecen probables grandes saltos de falla anteriores al depósito del Buntsandstein y posteriores a las intrusiones). La diferencia de textura entre los pórfidos y el granito, teniendo en cuenta que su composición es análoga, no sólo es debida al carácter tabular de los diques, puesto que el gran dique (que en realidad es un «stock») del bloque de Molá llega a tener 500 m. de potencia. Creemos que se puede explicar mejor por una intrusión de los diques posterior a la del granito, cuando se hubiese llevado a cabo la erosión de varios cientos de metros de materiales carboníferos. Lo que parece probar la presencia de diques que atraviesan el granito. Posteriormente la erosión llegaría a afectar a ambos antes del depósito del Buntsandstein.

C) GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Se puede distinguir entre estructuras de plegamiento y de fractura.

C, 1) Plegamiento.- Se encuentran en el área Bellmunt-Molá tres pisos estructurales ⁵. El inferior (a) está representado por la Formación de Les Pinyeres, el intermedio (b) lo constituyen los materiales del Carbonífero y el superior (c) los materiales Triásicos, que sólo están afectados por la orogenia Alpina.

a) La Formación de Les Pinyeres está deformada por dos fases de plegamiento que no afectan a los otros pisos estructurales. La relación entre ambas fases, así como el estilo de los pliegues, quedan reflejados en las Figs. 5 y 6, que están obtenidas en el río Ciurana, al Noroeste de la Ermita de Les Pinyeres.

⁵ Entendiendo por tales «todo el conjunto de estratos que han sido deformados conjunta y simultáneamente; es decir, comprendidos entre dos discordancias» (Mapa Tectónico... 1974).

Aunque la primera fase (F_1) se puede observar claramente en esas figuras, no ha sido posible medir los ejes de sus pliegues sino en raras ocasiones. Los ejes tienen una dirección Noroeste aproximadamente, con buzamientos de 20 a 45° al Norte (Diagrama 1). El plano axial debió de ser vertical o subvertical, desarrollándose, al menos localmente, una esquistosidad S_1 que queda casi totalmente borrada por las fases posteriores. No hemos observado de esta fase sino pliegues de amplitud métrica.

La segunda fase (F_2) se superpone sobre la anterior (Figs. 5 y 6). La dirección de su eje B geométrico es subparalela a la de la F_1 , siendo el ángulo entre ambas como máximo de 20°. En cambio, el plano axial tiene una dirección totalmente distinta. Actualmente los pliegues de esta fase son neutros, es decir, que su eje coincide con la línea de máxima pendiente del plano axial. La esquistosidad S_2 está representada en el Diagrama 3. La S_2 debió de ser originalmente subhorizontal, pero como consecuencia de los pliegues posteriores (principalmente F_3) ha tomado la disposición actual.

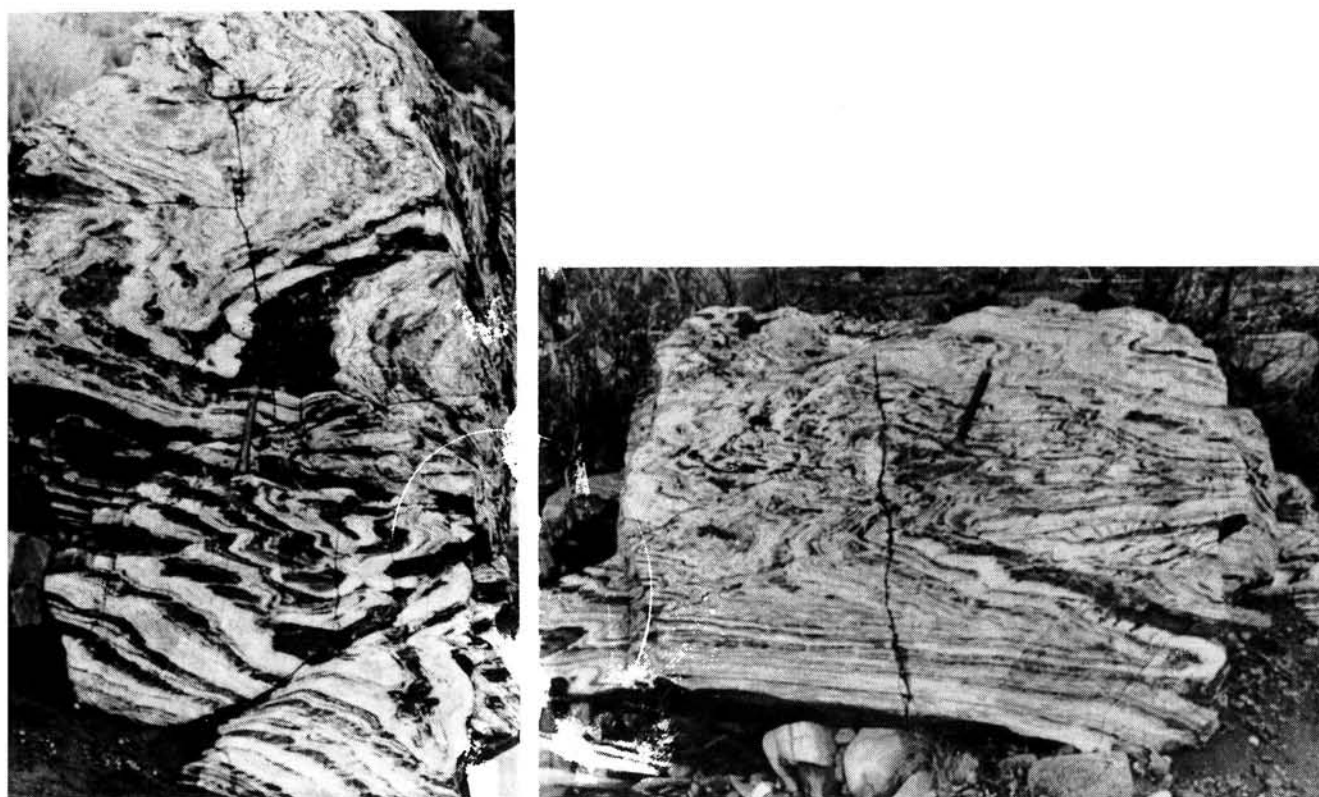


FIG. 5. Pliegues superpuestos en las fases F_1 y F_2 . El plano axial de la F_1 era originalmente subvertical. El de la F_2 es subhorizontal en la fotografía. Tramo de Les Pinyeres. Afloramiento del río Ciurana al Noroeste de la Ermita de Les Pinyeres. Fotografía realizada enfocando hacia el Noroeste.

FIG. 6. Idem leyenda anterior.

El círculo máximo que se deduce del Diagrama 2, donde están situados los polos de la estratificación, define un eje de dirección N 46° W, 35° NW. Este eje se sitúa dentro del máximo del Diagrama 1. La dispersión de puntos a lo largo del círculo máximo del Diag. 2 puede ser debida a la superposición de la F_1 y la F_2 , de ejes B geométricos subparalelos.

El eje que se deduce del Diagrama 3, de planos de esquistosidad continua S_2 , difiere algunos grados del anterior, lo que puede deberse en parte a los pocos planos de esquistosidad que se han podido medir.

Los pliegues de la F_2 tienen una amplitud desde centimétrica (Fig. 5 y 6) a hectométrica. Este es el caso del pliegue de la Ermita de Les Pinyeres, que va a hundirse hacia el Noroeste en el río Ciurana.

Puesto que el Turnesiense es discordante sobre la Formación de Les Pinyeres y faltan el Devónico (?) y el Silúrico (?), estando presente en otros puntos del Priorato el Devónico, cabe pensar que faltan por erosión. En consecuencia, la F_1 y la F_2 podemos considerar que son manifestaciones de la Fase Bretona.

b) Los materiales del Carbonífero están afectados por las fases F_3 y F_4 .

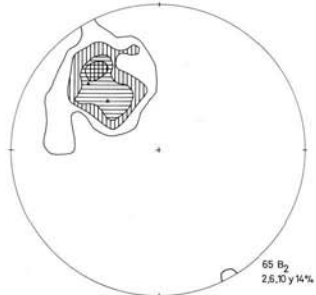
Los ejes de la F_3 están representados en el Diagrama 4, para el que sólo hemos conseguido 26 medidas de pliegues de distinta amplitud (hectométricos, como el pliegue de la mina Montse, pero la mayoría métricos y decimétricos). Según ese Diagrama la dirección de la F_3 es N 44 W, 37 NW. Se trata de pliegues de vergencia Noroeste (Fig. 7), lo que dada la similitud de dirección con los ejes de la F_2 distingue ambas fases. Así la diferencia esencial entre la F_2 y la F_3 es la posición de los planos axiales (ver los Diagramas 2,3 y 6,7).

El fuerte buzamiento de los ejes de la F_3 necesita de una explicación. Ya que el Diagrama 4 contiene todos los pliegues observados en el área, ¿es esa característica extensible a todo el Carbonífero del Priorato? No es así, y en el Diagrama 5 vienen representados pliegues subhorizontales de la F_3 , medidas en la carretera de Falset a Porrera entre los kms. 4,2 y 7,2 (afloramiento situado unos 7 km. al Este de Bellmunt). De ese Diagrama se deduce un eje N 48 W, subhorizontal. Puede haber, por tanto, un simple cabeceo del eje B geométrico de la F_3 , pero es posible la influencia de la F_4 .

En el Diagrama 6 se han representado 500 planos de estratificación, S_0 , y se han dibujado los círculos máximos perpendiculares a los ejes deducidos de los Diagramas 4 y 5. La mayoría de las S_0 se sitúan entre ambos. La disposición tan agrupada indica una tendencia a los pliegues de tipo isoclinal, o bastante apretados, lo que corrobora la observación directa.

No hemos encontrado pliegues de la F_3 en la Formación de Les Pinyeres, aunque a esta fase quepa atribuir el basculamiento de las estructuras anteriores.

DIAGRAMA 1



• Ejes de los círculos máximos de los diagramas 2 y 3

DIAGRAMA 2

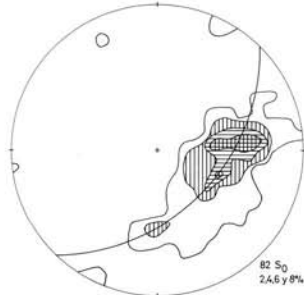
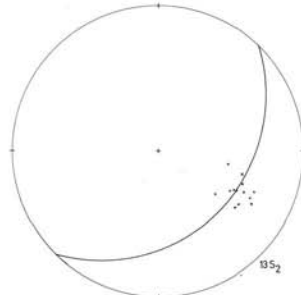


DIAGRAMA 3



DIAGRAMAS ESTRUCTURALES DEL SECTOR DEL PRIORATO (TA-
RRAGONA) COMPRENDIDO ENTRE MOLA Y BELLMIANT DE CURANA

EL DIAGRAMA 5 REPRESENTA MEDIDAS DE LA CARRETERA DE
FALSET A PORRERA

LOS DIAGRAMAS 1,2 y 3 ESTAN CONFECCIONADOS CON MEDIDAS
DE LA FORMACION DE LES PINEDES

LOS RESTANTES DE MATERIALES DEL CARBONIFERO

PROYECCION EN EL HEMISFERIO INFERIOR

DIAGRAMA 4

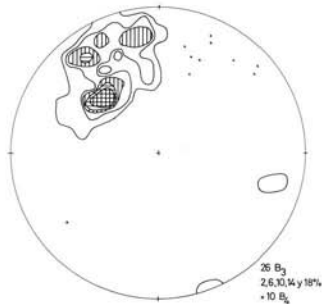


DIAGRAMA 5

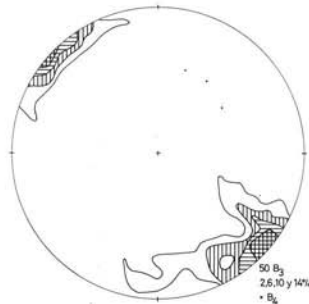


DIAGRAMA 6

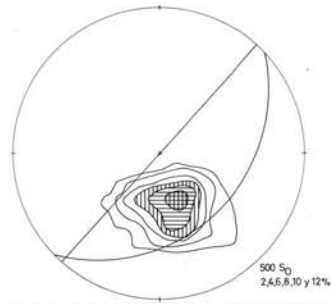
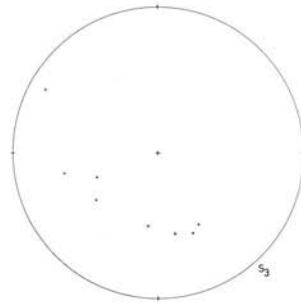


DIAGRAMA 7



Los círculos máximos corresponden a los ejes de los diagramas 4 y 5

En el Diagrama 7 se han representado algunos planos axiales calculados geoméricamente y esquistosidades (discontinuas normalmente) que ha sido posible medir. Las S_3 indican la vergencia Suroeste de los pliegues, aunque no son representativas, dado su pequeño número.

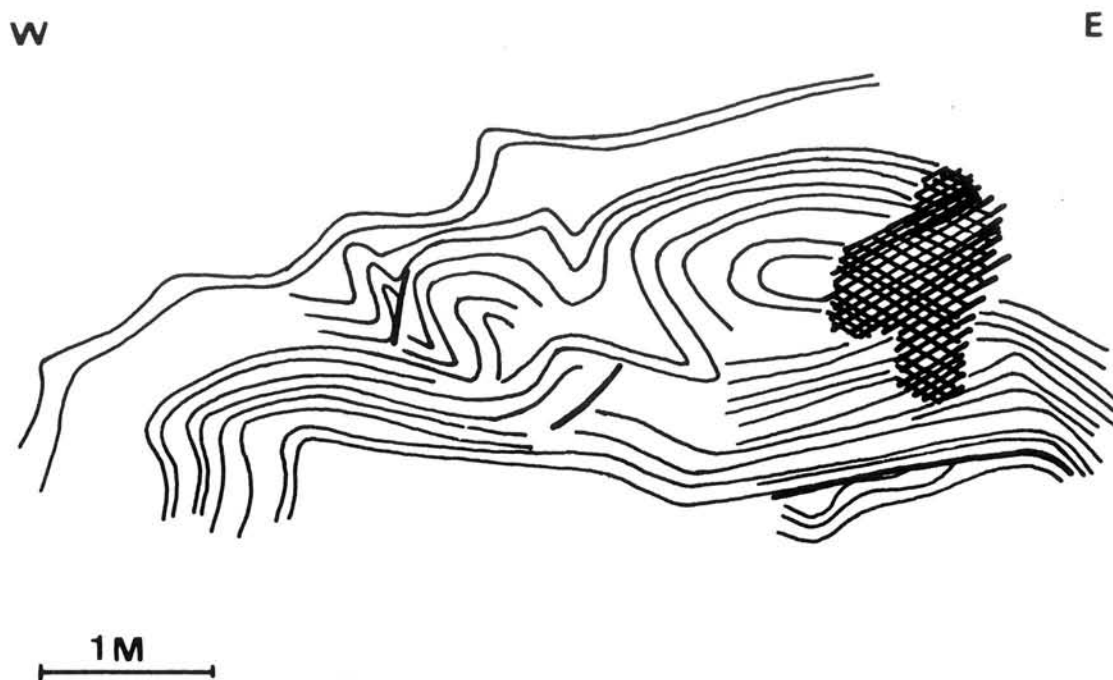


FIG. 7. Pliegues en liditas de la tercera fase (F_3) de plegamiento. Afloramiento del Norte de la mina Berta.



FIG. 8. Pliegues en liditas de la cuarta fase (F_4) de plegamiento. Afloramiento del Sureste del Mas de Calafi.

La cuarta fase (F_4) tiene dirección Noroeste (Diagrama 4 y 5) y vergencia Sureste, a veces débil (Fig. 8).

En la Formación de Les Pinyeres hay pliegues de esta fase muy localizados; otras veces linearidad.

En los materiales del Carbonífero hay algún pliegue de esta fase de amplitud decamétrica (280 m. al ENE del Mas de Calafi), pero los más abundantes son de amplitud métrica (Fig. 8). Como hemos indicado anteriormente, la F_4 puede ser la causante del cabeceo del eje de los pliegues de la F_3 , observable en los Diagramas números 4 y 5.

La F_4 tiene extensión regional, pero sus pliegues se encuentran localmente; también las linearidades se observan puntualmente.

La edad de las fases F_3 y F_4 es difícil de precisar, ya que no hemos observado ninguna discordancia intracarbonífera, y no ha sido posible averiguar si hay en nuestra área materiales Westfalienses-Estefanienses, como los encontrados en otros puntos del Priorato. Solo podemos decir, por tanto, que la deformación es Hercínica y, desde luego, postviseense. El Buntsandstein se deposita ya discordante sobre una penillanura.

c) El piso estructural superior, deformado ya en la Orogenia Alpina, está constituido en nuestro área exclusivamente por materiales Triásicos. Y, en ella, no parece que se haya producido un auténtico plegamiento, sino una adaptación de los materiales de la cobertera a las grandes fallas alpinas.

La única estructura de plegamiento es el sinclinal inclinado (vergencia Este o Sureste) del Serrahí, al Suroeste de Bellmunt. En nuestra opinión la verticalización o inversión del flanco occidental se produce como consecuencia de una adaptación a la falla Subirat (inversa). Es decir, los materiales Paleozoicos, en falla inversa, doblan e invierten a los materiales Triásicos, casi tabulares en el flanco oriental.

La edad de la compresión es preaquitaniense (Mapa Tectónico), Oligoceno Superior o preaquitaniense (Hoja de Tortosa, E = 1:200.000) o Paleógeno (SAENZ de SANTA MARIA, 1976). Hay un cierto acuerdo en que la etapa de relajamiento que da lugar a la serie de «horst» y fosas de dirección NE-SW empezó en el Mioceno.

C, 2) Fractura.- La tectónica de fractura es bastante compleja: diferenciamos a continuación la Hercínica de la Alpina.

a) *Fracturas Hercínicas.-* Un grupo muy característico lo constituyen las fracturas de cizalla dextrógiras «prepórfido»⁶ de dirección N 35-45° W, con un

⁶ Anteriores a la intrusión de los diques de pórfido riolítico.

FASES DE PLEGAMIENTO HERCINICAS

FASE	DIRECCION EJE	PLANO AXIAL	TIPO DE PLEGUES	ESQUISTOSIDAD	OBSERVACIONES	LOCALIZACION
F ₁	NW	vertical o subvertical	similares (?)	borrada (?)		- Puente Masroig-Molá - R. Ciurana al NW de la Ermita de Les Pinyeres.
F ₂	NW (Plegues neutros)	Buza al NW	similares	continua (aunque depende de la litología)	a veces importante fluidez de modo que en esos casos hay importantes transposiciones.	- R. Ciurana al NW de la Ermita de Les Pinyeres. - Puente Masroig-Molá.
Discordancia						
F ₃	NW	vergenia SW	concéntricos (localmente similares)	discontinua (localizada)	grandes diferencias en la magnitud de los pliegues.	- Pliegue de la mina Montse - NE de mina Berta. - R. Ciurana al Norte de Bellmunt.
F ₄	NE	vergenia SE	concéntricos		a veces desarrollo de linealidad.	- F. de Les Pinyeres: puente Masroig-Molá. - Carbonífero: • Mas de Calafi • Carretera de Porrera.

sistema conjugado N 15-30° E de desgarre levógiro, peor desarrollado. Las fracturas de tensión congruentes con las de desgarre dextrógiras, de dirección N 10-20° W, están mineralizadas (minas Eugenia, Renania y Ramona).

El siguiente gran juego es aquel en el que están intruidos los diques de pórfido. Existen dos direcciones principales, las E-W/N 70° E, que son las mayoritarias, con un buzamiento al Norte de 45° y las N 30° E, verticales o con fuerte buzamiento al Sureste.

En los diques de pórfido se desarrollan fracturas de tensión *primarias*, por enfriamiento, perpendiculares a las estructuras de flujo. Se pueden denominar fracturas «S», por analogía a las descritas por H. CLOOS en los granitos. Están mineralizadas: minas Linda Mariquita, Raimunda, Regia.

Los pórfidos son cortados por fracturas de dirección Este-Oeste y éstas por otras Norte-Sur.

Otras fracturas hercínicas son los filones-falla, como el Mate (mina Mineralogía) o el Cherta (mina Regia) que tienen dirección Noreste y buzamiento subvertical, lo que les diferencia de las fallas alpinas de la misma dirección, además de que la tectónica alpina da grandes fallas, que dividen el área en grandes bloques.

b) Fallas Alpinas.- Se destacan grandes fallas de dirección Noreste como la Subirat, inversa, y la del Ciurana (cuyo salto es de 350-600 m.) que dividen el área en grandes bloques alargados. La mayoría de ellas son inversas y pueden ser preaquitanienses, algunas de ellas han debido de jugar como normales en la etapa de relajación miocena.

Hay otras grandes fallas de dirección Norte, como la de Molá, normal, y la que pasa al Oeste de la mina Berta. Subdividen los bloques antes delimitados y deben de ser posteriores a las fallas Noreste. Posiblemente son miocenas.

Entre ambos sistemas dan lugar a una compartimentación muy interesante, al hacer aparecer en la superficie actual varios niveles de muy distintas posiciones originales.

Por último, hay que indicar que está bastante generalizado un basculamiento hacia el Oeste, que puede estar originado por uno o los dos sistemas de fallas arriba indicados. Tanto el Triásico como el Terciario, éste al Oeste de Molá, tienen una inclinación de 15-20°.

D) METAMORFISMO ⁷

D,1) En la Formación de Les Pinyeres.- Estas rocas alcanzan la subfacies B11, cuarzo-albita-moscovita-clorita, de la facies de los esquistos verdes.

En cuanto al metamorfismo de contacto, en las proximidades de la intrusión granítica, se alcanza la facies de las corneanas piroxénicas, en una muestra tomada 900 m. al Este del desvío oriental a Masroig, en la carretera de Falset a Mora de Ebro.

D, 2) En el Carbonífero.- Los materiales de esta edad no han alcanzado la subfacies B11 de metamorfismo regional.

El metamorfismo de contacto, debido a la acción del granito de Falset y de los diques de pórfido, da lugar a la formación de «moscas» en casi toda el área. Están constituidas de biotita sobre todo y, otras veces, de moscovita, turmalina y clorita. Son corneanas de Albita-Epidota.

YACIMIENTOS MINERALES

En el área Bellmunt-Molá hay una mineralización de Pb-Zn-Ba-Cu-Fe-Ag y carbonatos. Predominan los sulfuros de Pb y Zn. Es un pequeño distrito minero de 15 km², que forma parte de una amplia región minera. Otros yacimientos son los de Argentera y La Selva-Albiol.

Podemos clasificar los yacimientos de nuestro distrito del siguiente modo:

A) Mineralizaciones ligadas exclusivamente a los diques de pórfido.- Están constituidas fundamentalmente por galena y blenda, con una ganga de calcita y dolomita. COY (1964) da una relación exhaustiva de los minerales encontrados.

Aunque a veces son complejas, como en el caso de Linda Mariquita, las vetas son perpendiculares a los techos de los diques de pórfido. Como los más importantes de éstos tienen direcciones EW o N 70° E, las vetas se disponen en dirección N o N 20° W. En la zona de Espinós, al NNW de Regia, el haz de diques se inflexiona y las vetas, perpendiculares a ellos, tienen dirección N 40-45° W. El buzamiento al Este de las vetas se puede explicar por el basculamiento hacia el Oeste de los bloques en que está dividido el distrito por las fallas alpinas.

⁷ Este tema se encuentra a falta de un estudio más detallado. Utilizamos datos de COLODRON *et al.* (en prensa) que hemos reclasificado y situado de acuerdo con nuestra interpretación.

Las minas más importantes de este tipo son de Oeste a Este: Linda Mariquita, Raimunda, Jalapa, San José Norte y, sobre todo, Regia.

En Regia Antigua se puede observar cómo, típicamente, una veta rellena de calcita seguida desde el interior del dique se ramifica en las proximidades del techo y se carga de galena masiva.

En la mayoría de los casos la galena se halla en contacto directo con el pórfido, aunque también se encuentra presente la dolomita. Las vetas se esterilizan al pasar a las «pizarras» del techo, en las que la mineralización es rara.

En general las vetas tienen una longitud de 50-100 m., por otros tantos de profundidad, disponiéndose arrosariadamente siguiendo el techo del dique. En el caso de diques de gran importancia la longitud es mayor, estando mineralizados hasta los 100-200 m. del techo; es el caso de Linda Mariquita y Raimunda (Fig. 9). Puede haber una veta cada 20-40 m. siguiendo la longitud de los diques, aunque localmente hay zonas de «stockwork», como en Linda Mariquita o San José Norte.

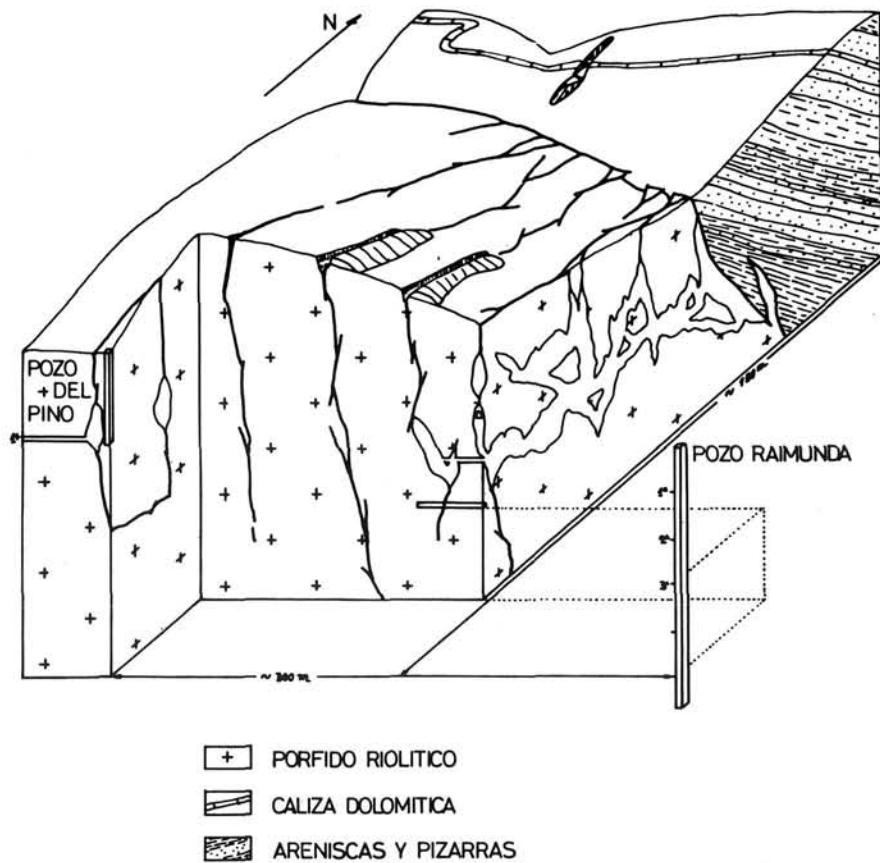


FIG. 9. Bloque diagrama esquemático de la mineralización en pórfidos, entre las minas Linda Mariquita y Raimunda. Contiene también observaciones realizadas en Regia y Regia Antigua.

La mina de este tipo que ha alcanzado mayor profundidad es Regia, que llegó a los 360 m. Estimamos que en ella se han explotado 1,6 millones de toneladas de todo uno. La menor profundidad de las minas de bloque de Molá es debida a que este bloque está levantado con respecto al de Regia. Esta puede ser también la causa de que el haz de diques del bloque de Regia en el de Molá sea uno solo, pero de gran potencia.

En nuestra opinión las vetas son de tensión, producidas en el enfriamiento de los diques. Son perpendiculares a las estructuras planares primarias.

Es difícil precisar la edad de la mineralización, aunque se puede situar en la sucesión de acontecimientos. Los diques son posteriores a las fases F_3 y F_4 de plegamiento hercínico y a la intrusión del granito de Falset. La mineralización es algo posterior a la intrusión de los diques. Puede ser del mismo origen que éstos, o bien proceder del «stock» metal existente en la Formación de Les Pinyeres. Posterior a ella son algunas de las etapas de fracturación. El Buntsandstein es ya discordante sobre ella en Linda Mariquita.

B) Mineralizaciones enclavadas tanto en los diques como en las rocas sedimentarias.- En este grupo se puede incluir, como más destacados, el filón Mate de Mineralogía y el filón Cherta de Regia.

El filón Mate está constituido de GBP con una ganga de calcita y dolomita. Está compuesto de fallas de dirección $N 50^\circ E$ y $N 70^\circ E$. La blenda aumenta con la profundidad, siendo a 120 m. a veces tan abundante como la galena.

El filón Cherta tiene una dirección $N 50^\circ E$.

Son filones-falla, bréichicos, que desplazan a los diques de pórfido y que están mineralizados tanto en éstos como en las rocas sedimentarias. La edad de estos filones ha de ser posterior a la de las vetas del grupo anterior y puede haberlas movilizadas.

C) Mineralizaciones filonianas enclavadas exclusivamente en las rocas sedimentarias.- Es el caso de los filones de las minas Eugenia, Renania, Cros-Rich y Ramona.

La mena en Eugenia era una galena muy pura, con una ganga de dolomita, calcita y baritina. COY (1964) da una relación exhaustiva de los minerales encontrados. Según este mismo autor entre 0 y 70 m. había galena con baritina, de 70 a 270 m. los filones, zonados, presentaban desde los hastiales al centro la sucesión: calcita-dolomita-calcita-galena. A más de 270 m. la ganga era sólo de dolomita, quedando en profundidad la galena sola. Eugenia alcanzó los 570 m. de profundidad y estimamos que se explotaron 2 millones de toneladas de todo uno.

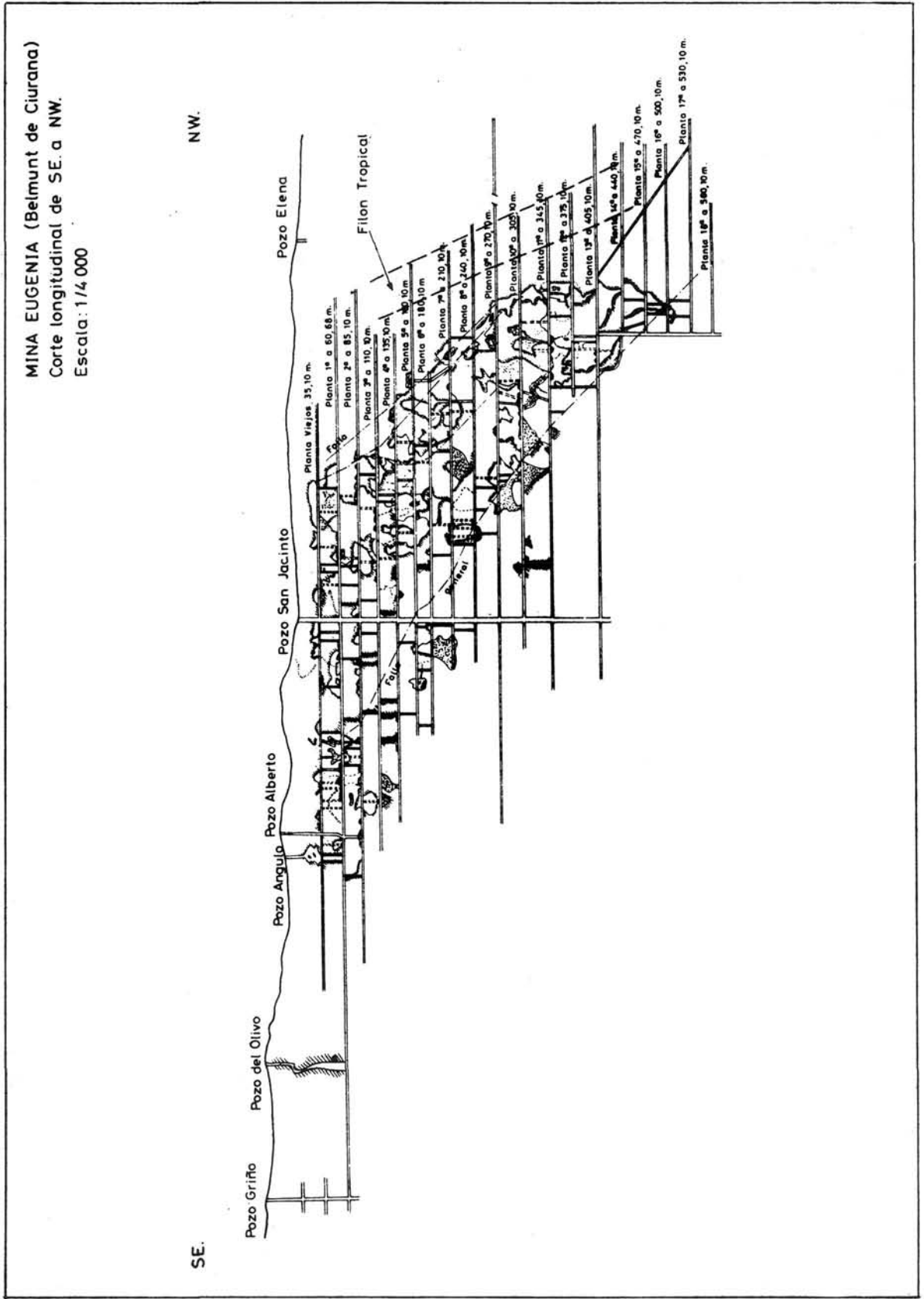


FIG. 11. Leyenda de «Mina Eugenia (Bellmunt de Ciurana) Corte longitudinal de SE a NW» Plano de labores mineras cuyos originales provienen de los años 30, ingeniero F. BENITO. Nosotros solo hemos igualado las escalas y cambiado ésta. Se observa cómo el esencial del yacimiento queda comprendido entre dos fallas: la «general» y la que nosotros hemos denominado Subirat.

En Eugenia los filones se disponen en relevo de tal modo que en planta se superponen sobre una fractura de desgarre dextrogira N 40° W. Además en profundidad se desplazan hacia el Noroeste, también en relevo (ver el Corte Longitudinal de SW a NW), quedando lo esencial de las mineralizaciones, salvo el rico filón Tropical, comprendidas entre las fallas «general» (al Sur) y Subirat (al Norte). Existe por tanto un doble control estructural.

El problema es complejo porque la falla N 40° W es «prepórfidos» y las otras dos, inversas, alpinas. La falla Subirat tiene un importante salto de época alpina, mientras que la «general» es casi imperceptible en los materiales Triásicos e importante en los Carboníferos. Es, por tanto, hercínica. Las dos pueden ser hercínicas removilizadas en los movimientos alpinos (para el caso de la falla Subirat ver A.3. donde se cita una disminución de potencia en el Muschelkalk 1).

La mineralización, teniendo en cuenta sus controles, sería hercínica, pero no se puede descartar la posibilidad de removilización alpina.

Los filones creemos que rellenan fracturas de tensión (perpendiculares a dos fallas inversas y ligadas a una fractura de desgarre). Tienen longitudes de 50-100 m., con otro tanto en profundidad. Había de dos a seis filones por planta, buzando al Este 75-80° y con una dirección N-N 20° W.

A dos kilómetros al Este de Eugenia se encuentra el granito de Falset. Según WILLEMYNS (com. pers. a G. OVEJERO) es prácticamente estéril en Pb-Zn.

D) Mineralización con control sedimentario

Seguimos a continuación un orden de más antiguo a más moderno.

D, 1) En la Formación de Les Pinyeres.- En el tramo de Les Pinyeres hemos visto unas pintas de galena que parecen tener un carácter singenético.

WILLEMYNS encontró (com. pers. a G. OVEJERO) un cierto contenido en Pb-Zn en su estudio geoquímico en materiales que nosotros atribuimos a esta formación, cerca de Marsá.

En una campaña de geoquímica de suelos que hemos realizado se observa un predominio del Zn sobre el Pb.

De todos modos las pequeñas minas que se sitúan en estos materiales están ligadas a fracturas o a diques de pórfidos riolíticos.

El contenido en Pb-Zn de esta formación inferior puede haber provisto las mineralizaciones de todo tipo del Carbonífero.

D, 2) Discordancia preturnesiense.- Sobre la discordancia se sitúa un nivel de Fe-Mn de 0,50-0,70 m. de potencia. En la base, a veces, tiene unos decímetros de liditas y encima areniscas y liditas alternando en niveles decimétricos. La posición es totalmente análoga a la indicada por ROUTHIER (1963) para la «provincia manganesífera y ferrífera del Sur de Francia». Su edad es Turnesiense, la de las liditas. En la Mina de Manganeso la longitud de la capa mineralizada puede ser de unos 300 m.

D, 3) Liditas.- Las liditas interestratificadas en el Carbonífero, que se presentan en niveles de unos metros de potencia replegados, las hemos encontrado localmente mineralizadas en Pb-Zn-Fe. Han dado anomalías en la Geoquímica de suelos y han sido cortadas mineralizadas en un sondeo. Pueden ser una manifestación de una cierta influencia volcánica en la sedimentación de parte del Carbonífero.

CONCLUSIONES

— Definimos una nueva formación, de Les Pinyeres, de edad precarbonífera, que atribuimos al Ordovícico (?) por comparación con otras series descritas. La Formación de Les Pinyeres está cubierta discordantemente por las liditas del Turnesiense.

— Describimos varias formaciones del Carbonífero, que no completan su serie, ya que es muy potente y se encuentra muy complicada por la tectónica Hercínica y Alpina. Apoyándonos en datos paleontológicos de la zona de las Vilellas (COLODRON *et al.*, en prensa) y en nuestros datos estratigráficos nos ha sido posible precisar la edad de parte de la serie. El Carbonífero está representado en el área Bellmunt-Molá por el Turnesiense y el Viseense (Formación de la mina Montse). El Westfaliense-Estefaniense encontrado en las Vilellas no lo hemos podido correlacionar en nuestro área, a pesar de haber encontrado también restos de flora, de la que no se ha podido precisar la edad.

— Describimos los diques de pórfido riolíticos que atraviesan la serie Paleozoica, haciendo especial hincapié en los datos estructurales.

— La Formación de Les Pinyeres ha sido sometida a dos importantes fases de plegamiento, F_1 y F_2 , antes del depósito del Turnesiense, que atribuimos a la fase Bretona.

— Los materiales del Carbonífero están deformados en dos fases, F_3 y F_4 , que son posviseenses, sin poder precisar más la edad. El Buntsandstein es discordante sobre todo.

— Hacemos una clasificación de los yacimientos minerales y los situamos en su contexto geológico.

— Hay un primer tipo que se desarrolla en fracturas de tensión perpendiculares a las estructuras planares primarias de los diques de pórfido. Están mejor mineralizados al techo de los diques. El yacimiento más importante es la mina REGIA.

— Otro de los tipos son los filones-falla que cortan todos los materiales. Los mejores ejemplos son el filón MATE (de Mineralogía) y el CHERTA (de Regia).

— La mineralización de la mina Eugenia, que alcanzó los 570 m. de profundidad, se desarrolla en fracturas de tensión ligadas a fallas de desgarre anteriores a la intrusión de los pórfidos.

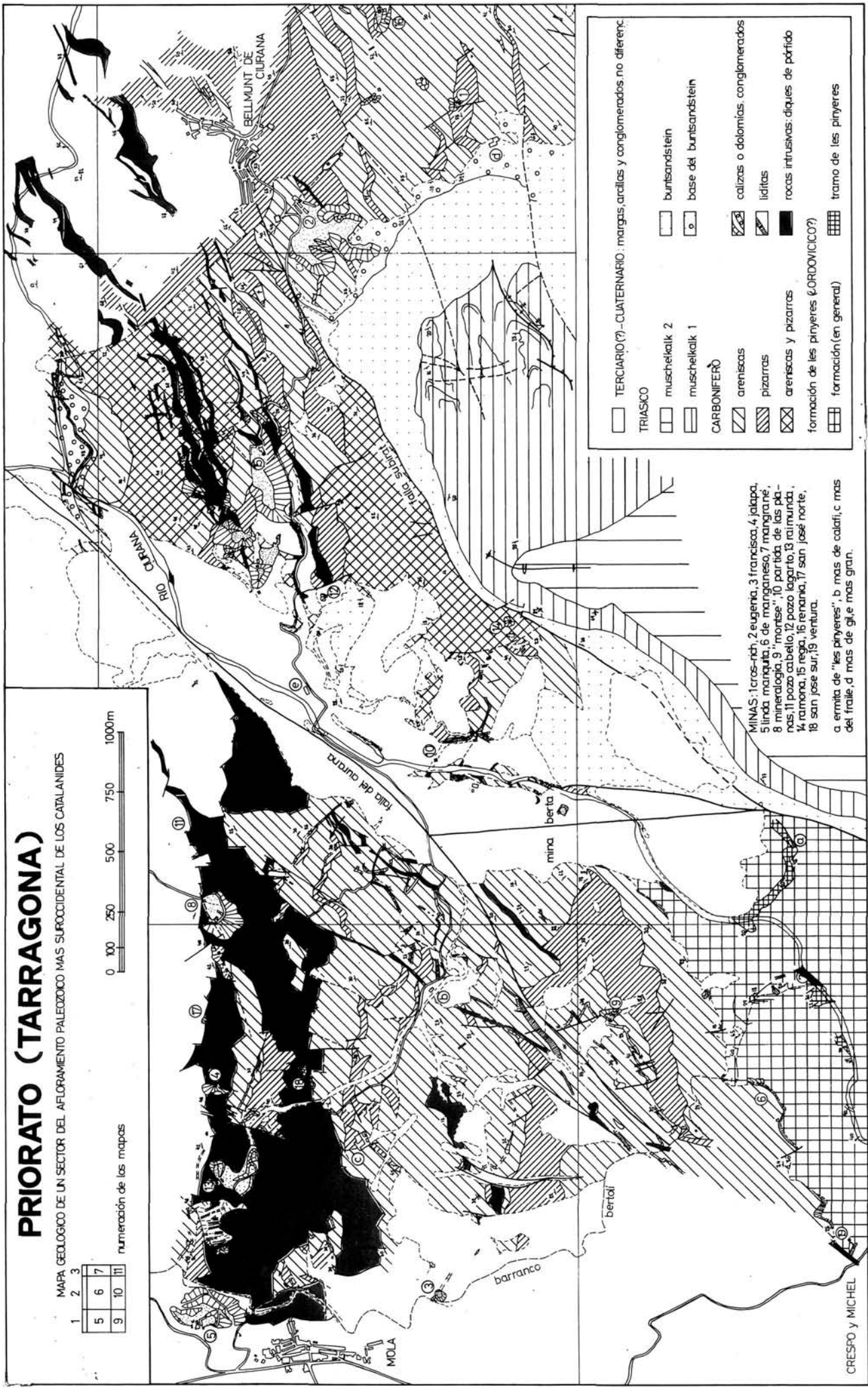
— Hay también concentraciones primarias, ligadas a la sedimentación: el Zn-Pb de la Formación de Les Pinyeres, el Mn-Fe del Turnesiense transgresivo y el Zn-Pb de las liditas de la serie Carbonífera.

PRIORATO (TARRAGONA)

MAPA GEOLOGICO DE UN SECTOR DEL AFLORAMIENTO PALEOZOICO MAS SUROCCIDENTAL DE LOS CATALANIDES

1	2	3
5	6	7
9	10	11

numeración de los mapas



	TERCIARIO (?) - CUATERNARIO : margas, arcillas y conglomerados, no diferenciados
TRIASICO	
	muschelkalk 2
	muschelkalk 1
CARBONIFERO	
	areniscas
	pizarras
	areniscas y pizarras
	formación de les pinyeres (ORDOVICICO?)
	formación (en general)
	buntsandstein
	base del buntsandstein
	calizas o dolomías, conglomerados
	lilitas
	rocas intrusivas: diques de pórfido
	tramo de les pinyeres

MINAS: 1, tros-nch, 2, eugenia, 3, francisca, 4, jalapa, 5, linda mariposa, 6, de manganeso, 7, mangrané, 8, mineralogia, 9, "montse", 10, partida de las pizarras, 11, pozo cabetto, 12, pozo lagarto, 13, raimunda, 14, ramona, 15, rega, 16, renana, 17, san jose norte, 18, san jose sur, 19, ventura.

a, ermita de "les pinyeres"; b, mas de calati; c, mas del fraile; d, mas de gi; e, mas gran.

BIBLIOGRAFIA

- ASHAUER, H. & TEICHMÜLLER, R. (1946): *Origen y desarrollo de las cordilleras variscas y alpídicas de Cataluña*. Publ. Extr. Geol. España. 3, Madrid.
- COLODRON, I. & OORCHE, E. (en prensa): *Memoria y Hoja Geológica n° 444 (Flix)*. Mapa Geológico de España E = 1:50.000. I.G.M.E. Madrid.
- COY YLL, R. (1964): *Mineralogía y Génesis del yacimiento de galena de Bellmunt de Ciurana (Tarragona)*. Tesis Doctoral. Barcelona. 2 vol.
- FONTBOTE, J.M. & JULIVERT, M. (1954): *Algunas precisiones sobre la cronología de los movimientos hercínicos en Cataluña*. C.R. XIX Sess. Congr. Geol. Intern., 15, 575-591.
- I.G.M.E. (1974): *Investigación minera en el área Argentera-Molá (Tarragona)*. Fase previa, 80 p. Madrid.
- LLOPIS, N. (1947): *Contribución al conocimiento de la morfo-estructura de los Catalánides*. Publ. Inst. «Lucas Mallada». C.S.I.C. 364 p.
- ORCHE, E., ROBLES, S. & ROSELL, S. (en prensa): *Memoria y Hoja Geológica n° 471 (Mora de Ebro)*. Mapa Geológico de España E = 1:50.000. I.G.M.E. Madrid.
- SAENZ DE SANTA MARIA, F. (1976): *Generalized Tertiary tectonics of the Iberian Peninsula*. Bol. Geol. Min. 87, (5).
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1920): *Notas sobre las rocas de las minas del Priorato (Tarragona)*. Mem. R. Acad. Ci. y Art. Barcelona.
- VIRGILI, C. (1958): *El Triásico de los Catalánides*. Bol. Inst. Geol. Min. España, 69; 858 p.

(Recibido el 25 - V - 79)