

# IDEAS CONTRADICTORIAS DE PETER MISCH SOBRE LA ESTRUCTURA DE LOS PIRINEOS: NOTAS DE CAMPO (1930-32) VS. PUBLICACIÓN (1934)

P. Santanach

*Departament de Geodinàmica i Geofísica, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona.  
pere.santanach@ub.edu*

**Resumen:** Peter Misch defendió su tesis de doctorado sobre la estructura de la vertiente meridional de los Pirineos centrales, entre los ríos Pallaresa y Ésera, dirigida por Hans Stille en 1932, que sería publicada en 1934. En su publicación Misch aboga por una interpretación autoctonista, con vergencia bilateral de los macizos de la zona de los Noguerras, mientras que en los cuadernos de campo, después de ciertas dudas, había concluido de manera convencida con una interpretación aloctonista de vergencia meridional, con un corte interpretativo claro. En este trabajo se describe el contexto en el que realizó la investigación Misch, se analizan sus notas de campo referentes a la zona de los Noguerras (1930-32), zona clave para la interpretación estructural, datos e interpretaciones, y se comparan con los publicados por el mismo autor (1934) y con la interpretación de la zona de los Noguerras de Seguret (1972), que presenta una gran semejanza con las ideas que Misch guardó en sus cuadernos de campo. La razón por la que Misch no publicó estas ideas es una cuestión abierta.

**Palabras clave:** Historia de la Geología, Pirineos, autoctonía/aloctonía.

**Abstract:** Peter Misch defended his Ph.D. Thesis on the structure of the southern Central Pyrenees between the Pallaresa and the Ésera in 1932. This work was supervised by Hans Stille and published in 1934. In his paper, Misch supports an autochthonist interpretation including both north and south vergent structures for the Nogueres Zone massifs, whereas his field notes, after some doubts, reflect a south directed allochthonist interpretation for the same units, illustrated with an expressive cross-section. The present paper describes the context, in which Misch carried out his research, and analyzes his field notes (data and interpretations) concerning the Nogueres Zone, a key area for the structural interpretation of the Pyrenees. These are compared with the published work by the same author (1934) and with the interpretation of the Nogueres Zone by Seguret (1972), which is essentially the same that the one on Peter Misch field books. The reason why Misch did not published his views recorded in the field books is an open question.

**Key words:** History of Geology, Pyrenees, autochthonism/allochthonism.

Santanach, P. (2008): Ideas contradictorias de Peter Misch sobre la estructura del Pirineo: Notas de campo (1930-32) vs. publicación (1934). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 21 (1-2): 13-22.

En la primavera de 1932 Peter Misch, defendía su tesis de doctorado sobre la estructura de la vertiente sur de los Pirineos centrales en la Universidad de Göttingen (Alemania). Fue publicada en 1934 y posteriormente traducida al español por J. Gómez de Llarena. Esta monografía está basada en un sólido trabajo de campo que dio lugar a un mapa geológico que constituye un modelo de precisión cartográfica (Solé Sabarís, 1956; Seguret, 1964). Sorprende que con una cartografía de tal calidad, la interpretación tectónica en los cortes publicados sea mínima. Un primer análisis de los cuadernos de campo de Misch muestra interpretaciones sobre la estructura del Pirineo Central bien distintas de las que desarrolló en su memoria de doctorado y obliga a plantearse algunas cuestiones.

## Peter Misch

Nació en Berlín en 1909 y fue un geólogo precoz, de manera que a los 23 años ya había obtenido el grado de doctor con una tesis dirigida por Hans Stille; es pues uno de los discípulos de este influyente profesor alemán que trabajaron en la Península Ibérica. Misch publicó una versión ampliada de su tesis, que fue vertida al español en la serie de *Publicaciones extranjeras sobre Geología de España* impulsada por San Miguel de la Cámara y que tuvo una notable influencia en la geología española de la postguerra (Misch, 1934, trad. en 1948). *Der Bau der mittleren Südpynenäen* es el único trabajo de Misch sobre el Pirineo.

Además de geólogo, Misch (Fig. 1) era un experto montañero y esquiador (y un buen acuarelista). Por

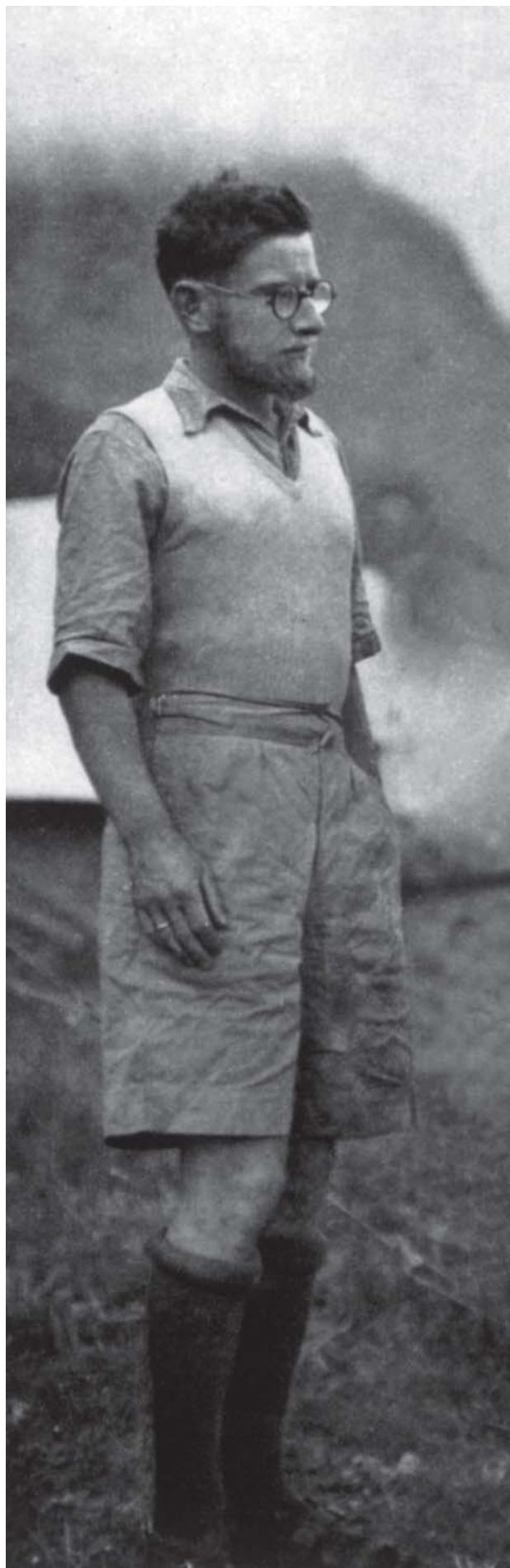
todo ello, inmediatamente después de defender su tesis, fue invitado a participar como geólogo en el equipo científico de la trágica expedición alemana de 1934 al Nanga Parbat, Himalaya (Bechtold, 1935). Levantó mapas geológicos de aquella región y participó en los fracasados esfuerzos para rescatar a los escaladores atrapados en lo alto por una fuerte y prolongada tormenta de nieve. En 1936, Peter Misch, junto con su esposa Hanna y su recién nacida hija del mismo nombre, tuvo que abandonar Alemania huyendo de la persecución nazi. Recaló en China, donde profesó en la Universidad de Sun Yat Sen, en Cantón. En 1938, debido a la invasión japonesa se trasladó, junto con la Universidad, a Yunnan, provincia libre del interior. En 1940 se incorporó al claustro de la Universidad de Pequín y posteriormente a la Universidad de Lienta en Kunming, Yunnan. Su esposa cayó enferma y volvió a Alemania donde murió durante el Holocausto. La niña Hanna, que había ido con su madre a Alemania, sobrevivió y no se reunió con su padre hasta que, a la edad de 16 años, viajó de Alemania a Seattle (Molenaar, 1988).

Después de la guerra Misch fue a California y por un corto tiempo enseñó en Stanford donde conoció y se casó con Nicoletta Rosenthal. En 1947 se incorporó a la Universidad de Washington, en Seattle, donde crecieron sus hijos Felix y Tony. Hasta 1987, una semana antes de su fallecimiento, en Seattle, el profesor Misch acudió a su despacho de la universidad para atender a las consultas de los doctorandos.

Misch centró su trabajo en la Tectónica y la Petrología y fue uno de los proponentes y defensores de la teoría de la granitización. Durante cuarenta años trabajó en la región de las Cascadas septentrionales de Washington que a su llegada eran conocidas sólo de manera muy superficial. Su trabajo enfatizó las relaciones entre estructura y metamorfismo y se interesó por el *timing* de la deformación tanto a partir de las relaciones geométricas de campo, como de las relaciones cristalización/deformación a escala de lámina delgada. La calidad de los mapas que levantó Misch en esta región de alta montaña ha impresionado a los geólogos que han trabajado en ella posteriormente. También llevó a cabo, junto con sus estudiantes, una notable labor en la región de Basin and Range, donde fue el primero en reconocer la complejidad de las estructuras de *detachment* alrededor de los *core complexes* metamórficos (Misch, 1960). En reconocimiento a este trabajo la *Geological Society of America* le dedicó la memoria *Cordilleran Metamorphic Core Complexes* (Crittenden *et al.*, 1980).

Durante las cuatro décadas que Misch estuvo en la Universidad de Washington dirigió las tesis de más de 125 estudiantes que trabajaron en el Noroeste estadounidense, Canadá, Alaska, Gran Bretaña, África y el Ártico.

**Figura 1.-** Peter Misch en 1934. Fotografía tomada durante la expedición alemana al Nanga Parbat (de Bechtold, 1935).



Cuando Peter Misch se vio obligado a huir de Alemania llevó consigo todos los cuadernos de campo con las anotaciones en las que basó su estudio de los Pirineos (igual hizo con los cuadernos de China y numerosas láminas delgadas) y no los abandonó hasta establecerse definitivamente en Seattle, donde hoy pueden ser consultados en los archivos de la Universidad de Washington.

### Misch en los Pirineos

Su tesis se tituló *Der Bau der mittleren Südpirenen zwischen Pallaresa und Esera* y el área comprendida entre estos ríos es la abarcada en la memoria manuscrita (Misch, 1932), mientras que la publicación, *Der Bau der Mittleren Südpirenen* (Misch, 1934), alcanza por el oeste hasta el Monte Perdido. Esta publicación, aparte del nuevo capítulo dedicado a la estructura entre el río Esera y el Monte Perdido, es muy parecida al primer manuscrito. El trabajo publicado contiene sólo algunas figuras que no están en la memoria de tesis (mapas paleogeográficos del Cretácico, Figs. 5 y 6, mapa paleogeográfico del Oligoceno, Fig. 12, así como algunos paisajes y cortes estratigráficos) y las variaciones en el texto se reducen a correcciones menores, que se encuentran anotadas a lápiz en el manuscrito de la tesis.

En el prólogo de su tesis hace constar que trabajó entre los ríos Pallaresa y Ésera durante un total de 8 meses, un poco más de dos meses en 1930 y el resto en 1931; concretamente, según los cuadernos de campo, del 12.09.1930 al 18.11.1930 y del 16.04.1931 al otoño de este año. Las últimas notas no llevan fecha (Misch 1930-32). Entre el río Ésera y el Monte Perdido, trabajó dos meses y medio en 1932; la primera hoja de campo lleva la fecha de 14 de agosto y las últimas están sin fechar.

La tesis fue redactada en el invierno del 31 y la primavera del 32, y fue defendida a finales de primavera o principios de verano. La publicación fue preparada a partir del invierno de 1932. Las correcciones manuscritas de Misch en el original de cara a la publicación no cubren toda la tesis. Probablemente tuvo que dejar las últimas correcciones en manos de Stille y colaboradores debido a su marcha, el 10 de abril de 1934, con la expedición alemana al Nanga Parbat, puesto que la impresión se llevó a cabo durante el verano de este año, mientras Misch estaba en el Himalaya. Esto lo corrobora el hecho de que el autor agradece al Prof. Stille y a los Drs. Richter y Karrenberg los esfuerzos realizados en relación a la impresión (Misch, 1934, p. 1763). La traducción española se publicó en 1948 y los tratos para su realización debieron de mantenerse con Stille, pues no fue hasta 1949 que Gómez de Llarena, habiendo encontrado en el *Geol. Rundschau* la dirección de Misch, ya en Seattle, le contacta (carta 10.5.1949) por primera vez y le manda un ejemplar de la versión española de su obra (Gómez de Llarena, 1949).

Las bases cartográficas utilizadas para el trabajo de campo fueron el Mapa militar itinerario de España a escala 1:200.000 y en la parte más septentrional, el mapa de los Pirineos centrales de Schrader a 1:100.000. El mapa militar era muy inexacto y sin representación del relieve. Misch cartografió zonas a 1:50.000 y a escalas mayores en base a esquemas en su cuaderno de campo y con la ayuda de la brújula. Las dos primeras hojas del mapa topográfico a 1:50 000 de la región estudiada por Misch se publicaron cuando su trabajo estaba ya en prensa.

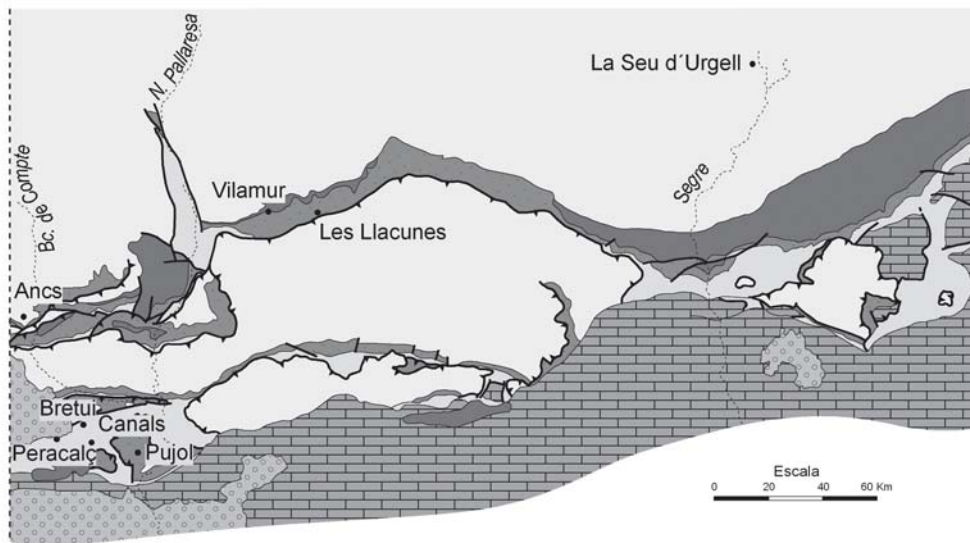
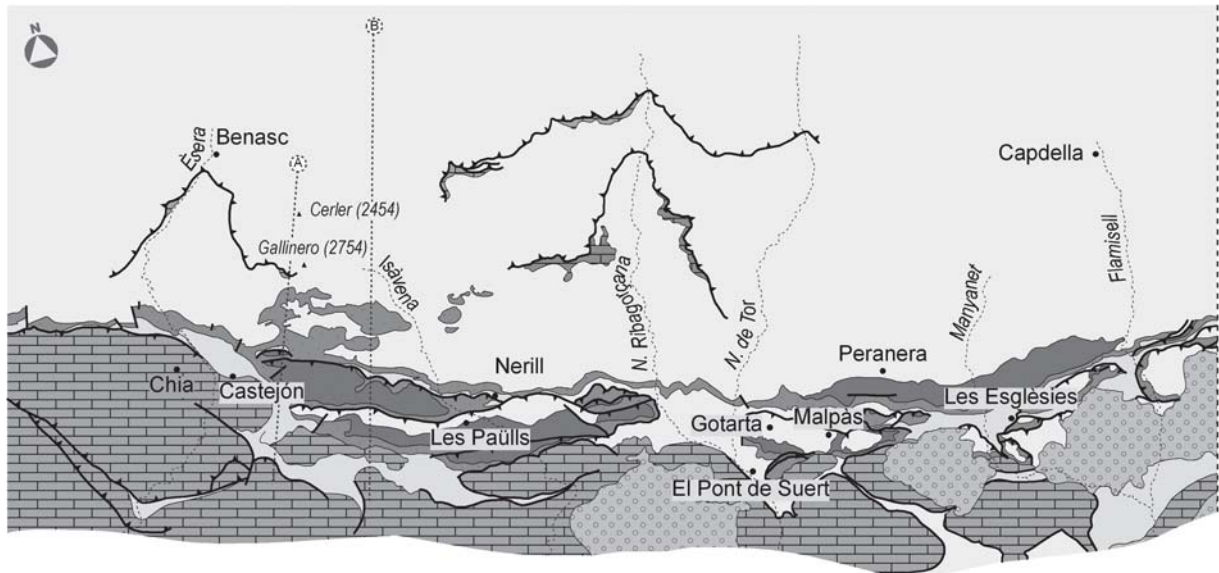
### *El estado del conocimiento de la geología de los Pirineos en 1930*

Misch abordó la geología de los Pirineos justo cuando empezaban a imponerse las ideas autoctonistas frente a las aloctonistas de Bertrand que habían prevalecido desde 1908 (Fontboté, 1991). En efecto, Bertrand (1908) propuso una interpretación del Pirineo central y oriental con grandes mantos de corrimiento trasladados hacia el norte. Viennot (1927) extendió esta interpretación a los Pirineos occidentales franceses. En un trabajo presentado en el XIV Congreso Geológico Internacional celebrado en Madrid en 1926, Jacob *et al.* (1927) propusieron incluso que la zona mesozoica sudpirenaica constituía un conjunto alóctono trasladado hacia el norte. Y ello a pesar de la excelente descripción realizada por Bresson (1902, 1903) del cabalgamiento de Gavarnie y de la definición por Dalloni (1913), del «manto de los Nogueras», cabalgamientos que afectan al zócalo hercínico en la vertiente meridional de los Pirineos y que están dirigidos al sur. Las ideas aloctonistas de Bertrand se sostenían sobre bases poco sólidas y, muy probablemente, la misma hipótesis, como también su éxito, pudo deberse a un cierto mimetismo con las interpretaciones de la estructura de los Alpes publicadas durante los primeros años del siglo. En 1903 Lugeon y Termier presentaron sus síntesis sobre los Alpes suizos y franceses respectivamente, en las que muestran la estructura en grandes mantos de corrimiento trasladados hacia el Norte y Oeste respectivamente, interpretación, en este aspecto, todavía válida hoy en día.

Como consecuencia de la pobre argumentación de la hipótesis aloctonista de Bertrand y de estudios de campo detallados, alrededor de los años 30 se desarrolló una concepción autoctonista de los Pirineos que orientó los estudios pirenaicos hasta mediados los 60 e inicios de los 70. La escuela de Jacob tuvo un papel fundamental en la definición de las nuevas ideas autoctonistas. El mismo Jacob a partir de 1927 empezó a cuestionar, con observaciones precisas sobre el terreno, la estructura en mantos de Bertrand (Jacob y Astre, 1927, Jacob, 1927, por ej.). Fueron también importantes los trabajos de Casteras, quien en 1933 publicó un estudio sobre la vertiente norte de los Pirineos centrales y orientales, y de Lamare (1936), con su tesis sobre la geología del País Vasco.

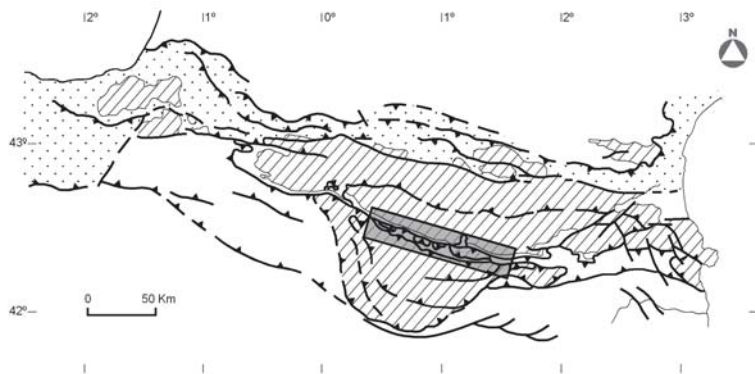
Jacob (1930) expuso los grandes rasgos del modelo autoctonista: los Pirineos serían una «cordillera de fondo», tal como había sugerido Argand (1924). Esto es, sobre un zócalo rígido y frágil constituido por materiales paleozoicos deformados durante la orogenia herciniana se depositaron discordantemente los terrenos secundarios y terciarios. En amplias áreas de

la cordillera, el comportamiento de la cobertera durante la orogénesis pirenaica habría sido condicionado por el desarrollo, en el zócalo, de una estructura de bloques limitados por fallas, a los que se adaptaría la cobertera formando pliegues. Sólo localmente la cobertera mesocenoica se habría despegado del zócalo. En este marco Jacob fija el concepto de zona axial de la



**Leyenda**

- Oligoceno
- Jurásico, Cretácico y Eoceno
- Triásico medio y superior
- Permotriásico
- Estefanopérmico
- Zócalo hercinico
- Cabalgamiento
- Otras fallas



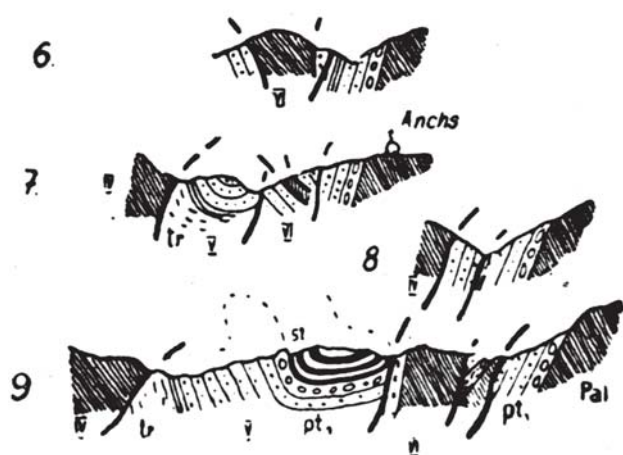
**Figura 2.-** Situación de la zona de los Nogueras en los Pirineos (figura inferior basada en el esquema estructural de los Pirineos de Muñoz (1992) y esquema geológico de la zona de los Nogueras, simplificado a partir del mapa de Seguret (1972) con indicación de los topónimos que aparecen en el texto y situación de los cortes de la figura 5.

cordillera, como un área que ya durante el Mesozoico representaba un relieve, un embrión de Pirineos, emergida o recubierta por una capa de agua delgada, y que constituía un umbral que separaba dos cuencas mesozoicas, la norpirenaica y la surpirenaica. En ellas se habrían depositado los materiales que hoy se encuentran respectivamente al N y al S de la zona axial. Durante el Terciario los terrenos mesozoicos se habrían plegado y fallado, mientras que apenas lo habrían hecho los del zócalo que constituyen la zona axial. Como resultado de estos procesos de deformación se habría levantado la cordillera, cuyo desmantelamiento, simultáneo a su formación, habría conducido al relleno de las cuencas de Aquitania y del Ebro.

En los años 30 los discípulos de Stille (Ashauer, 1934; Misch, 1934; Selzer, 1934) que trabajaron en la vertiente meridional de los Pirineos aceptaron en sus conclusiones una visión autoctonista de la cordillera en la línea esbozada por Jacob. Esta visión de la cordillera perduró hasta la segunda mitad de los años 60 durante los cuales Seguret publicó diversas notas (Seguret, 1964 y notas posteriores). Estos trabajos postulan una interpretación aloctonista con importantes traslaciones hacia el sur para la vertiente meridional de los Pirineos y marcan el inicio de una nueva etapa en la historia del conocimiento de la geología de los Pirineos. A partir de aquí, razonamientos estructurales rigurosos y la introducción de los datos de geofísica, en particular la sísmica de reflexión profunda (Choukroune & ECORS team, 1989), han conducido al modelo de cordillera pirenaica actual (Muñoz, 1992).

#### *La zona de los Nogueras, clave en la interpretación estructural de la vertiente sur de los Pirineos*

La zona de los Nogueras (Fig. 2) es una unidad situada entre la zona axial y la cobertera mesozoica



**Figura 3.-** Cortes geológicos seriados de la zona de los Nogueras justo al oeste del río Noguera Pallaresa, en los alrededores de Ancs, publicados por Misch (1934, 1948). Ver situación de Ancs en la figura 2. El N se sitúa a la derecha de la imagen. Se observa el anticlinal sinforme (estructura V, cortes 6, 7 y 9) que involucra materiales del Trias superior (tr), Permotrias (pt<sub>1</sub>), Estefaniense (st) y Paleozoico en el corte 6. Compárese el corte 9 con el paisaje interpretado de la figura 7 y con la interpretación del extremo occidental de la zona de los Nogueras reproducida en la figura 6.

surpirenaica, entre los ríos Ésera y pocos kilómetros al este del Segre y en ella afloran macizos formados por materiales hercínicos rodeados de terrenos triásicos. Es, y ha sido considerada, clave para la comprensión de la estructura del orógeno, en particular de su vertiente meridional. Ya en 1910, Dalloni (1910, 1913, 1930), se percata del interés de esta unidad, le da nombre y sugiere, en una interpretación simple, que el manto de Gavarnie, descrito por Bresson (1902, 1903), las klippes paleozoicas de Gistain y las masas paleozoicas de la zona de los Nogueras formarían parte de una única unidad corrida hacia el sur. Posteriormente Jacob *et al.* (1927) intentan adentrarse en la complejidad de la zona y describen algunas de las masas paleozoicas como núcleos de anticlinales vergentes al sur (Les Paüls), mientras que consideran enraizadas y vergentes al norte las más orientales (entre los ríos Segre y Noguera Pallaresa), con una zona central de origen dual. El límite de la serie mesozoica surpirenaica con la zona de los Nogueras sería un frente de cabalgamiento de dicha serie dirigido hacia el norte.

Misch (1934) es el primero en dar una visión autoctonista para el conjunto de la zona de los Nogueras. Advierte que en la zona de los Nogueras se dan relaciones estructurales, a veces curiosas, que no parecen admitir una sola interpretación, que las relaciones más claras se encuentran en el este y que por ello empieza la descripción de la zona de los Nogueras por su parte oriental (1934, p. 1651). Los títulos que da a las cuatro partes en que subdivide la descripción de la zona de los Nogueras son ilustrativos de su concepción estructural: a, la tectónica autóctona de los pliegues y escamas de vergencia bilateral entre el Segre y el Flamisell (p.1651), (Fig. 3); b, la transición de la tectónica autóctona con vergencia bilateral al tipo aparentemente alóctono de las «escamas de corrimiento» en la zona comprendida entre el Flamisell y el Mañanet. (p.1663); c, las «escamas de corrimiento» autóctonas de vergencia bilateral entre el Mañanet y el Ribagorzana (p.1665); y d, el carácter autóctono de la masa de Les Paüls, entre el Ribagorzana y el Ésera (p. 1671), (Fig. 4). En resumen, Misch admite vergencias hacia el norte y hacia el sur que habrían dado lugar a pliegues en abanico, localmente desenraizados, aparentando klippes alóctonas. Éste fue el modelo estructural que imperó hasta bien entrados los años 60 (Jacob, 1935; Llopis Lladó, 1945; Almela y Ríos, 1947; De Sitter, 1956; Mey, 1968).

El cambio de la concepción autoctonista de la cordillera pirenaica (Jacob, 1930) a la concepción actual se inicia con la nota de Seguret (1964) sobre la zona de los Nogueras y los trabajos de este autor culminan con la defensa de su tesis doctoral en 1970 (Seguret, 1972). Mostró que todos los macizos de esta zona son alóctonos, que provienen del norte, y que, debido a movimientos posteriores a su emplazamiento, han adquirido la disposición de *têtes plongeantes* (Fig. 5). Posteriormente muestra que las series mesozoicas

surpirenaicas también se han desplazado hacia el sur y que los cabalgamientos de estas series sobre las unidades de los Nogueras corresponden retrocabalgamientos tardíos (Seguret, 1972).

#### *La zona de los Nogueras en los cuadernos de campo de Misch*

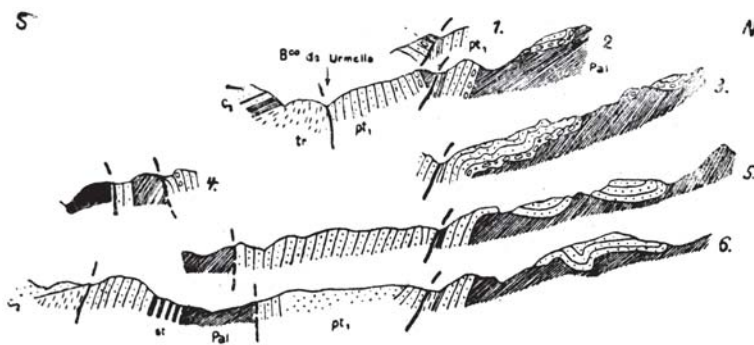
El 12 de septiembre de 1930 Misch empieza su primera campaña de campo, que finaliza el 20 de noviembre (llegada a Barcelona). Es una campaña que tuvo mucho de exploratoria y que abarcó desde la línea del Montsec hasta la zona axial a lo largo de los valles de los ríos Noguera Pallaresa, Noguera Ribagorçana, Isàvena y Ésera. Su primer contacto con la Zona de los Nogueras tiene lugar los días 18 y 19 de septiembre durante la realización de un corte desde Tremp a la zona axial por el valle del río Noguera Pallaresa con una digresión hacia el este hasta Vilamur y Llagunes desde Sort, límite norte de este corte. No hay anotaciones de la zona comprendida entre Collegats y Gerri de la Sal. Probablemente aquí empieza a darse cuenta de la complejidad de la zona de los Nogueras. El 12 de octubre toca la zona de los Nogueras en el valle del Ésera y el 22, en una excursión desde El Pont de Suert realiza los primeros dibujos de paisaje del macizo de Gotarta. El 22 de noviembre dibuja varios paisajes del barranco de Peranera y alrededores, en los que se observan las repeticiones del Permotriás. Antes de volver a Barcelona dedica cuatro días (11-14 de noviembre) a trabajar de manera más sistemática la zona de los Nogueras al norte del Pont de Suert (valles del Noguera Ribagorçana y afluentes). Durante la vuelta a Barcelona toma las primeras notas al sur del Montsec. Con la visión obtenida en esta campaña, Misch puede programar el trabajo a realizar en la segunda campaña, desde mediados de abril hasta otoño de 1931, durante la que tomará todos los datos para completar su tesis.

Durante la segunda campaña de campo (1931), empieza el trabajo sistemático de la zona de los Nogueras al norte del congosto de Collegats, justo en la zona que el año anterior no había tomado ninguna nota. Dedicó 4 días (5-8 de junio) a levantar esquemas cartográficos de detalle alrededor de Pujol i de Peracalç, realizar cortes de estas zonas, de las estructuras en Canals, Bretui, etc.

Desde el 26 de junio al 25 de julio trabaja en la zona de los Nogueras. Empieza en el valle del Isàvena, en la zona de Les Paüls. Dibuja los pliegues que describen los materiales permotriásicos del borde de la zona axial y en un corte por el extremo oriental de la unidad de Les Paüls (por el pueblo de Nerill) esboza dos ensayos interpretativos, uno suponiendo los materiales permotriásicos de Les Paüls alóctonos sobre el Trías superior y otro suponiéndolos autóctonos (día 27 de junio). Se desplaza hacia el este, cruza los ríos Noguera Ribagorçana y Tor y levanta esquemas cartográficos a escala aproximada 1:20/25.000 de las unidades de la zona de los Nogueras. El más oriental corresponde a las unidades de Malpàs-Gotarta (entre los ríos Noguera Ribagorçana y Flamisell). La cartografía de los alrededores de Malpàs muestra claramente el Permotriás descansando subhorizontalmente, mediante un cabalgamiento, sobre el Trías superior, estructura que representa en el correspondiente corte de manera bien explícita (día 5 de julio).

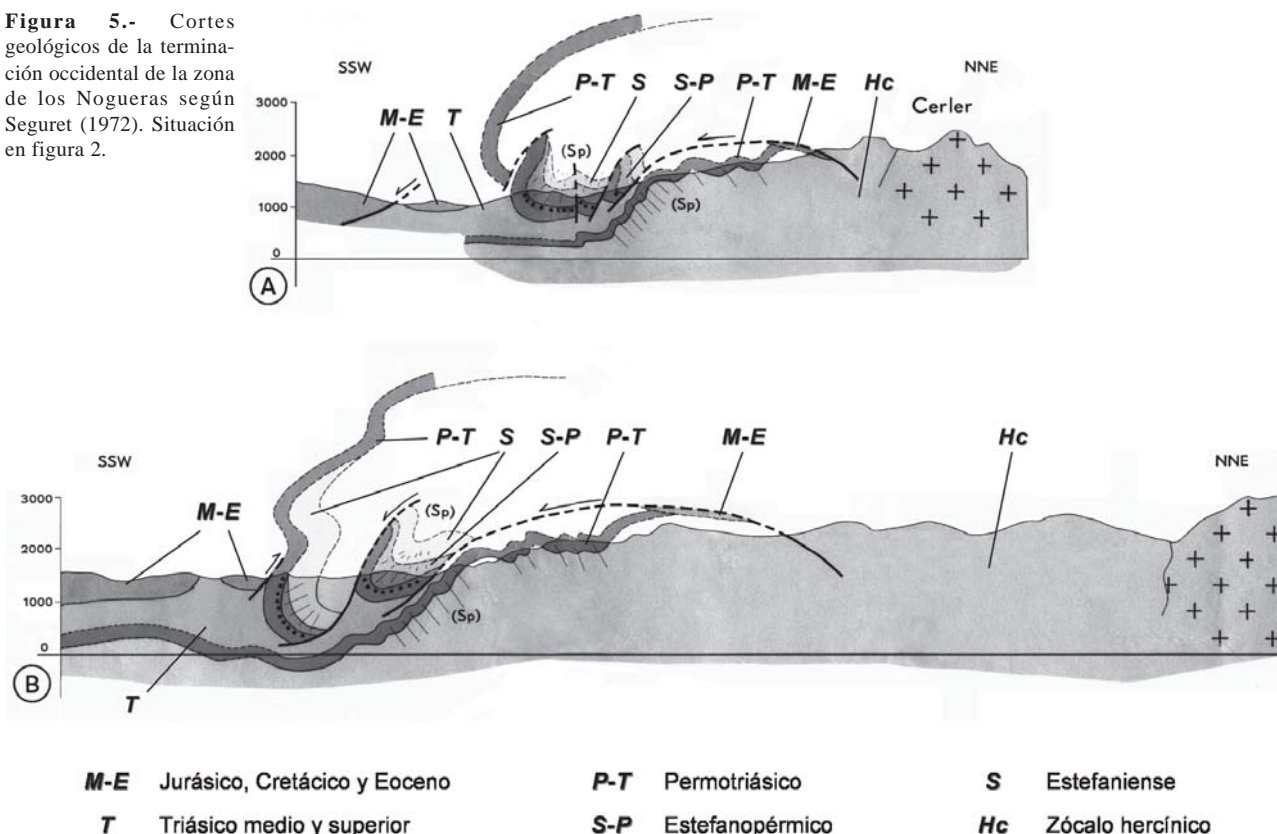
Los días siguientes vuelve hacia el oeste estudiando principalmente el límite S de la zona de los Nogueras, con algunas incursiones en la serie mesozoica (paisajes del Turbón, sierra de Chia, ascensión al Cotiella). El día 23 de julio, en la terminación occidental de la unidad de Les Paüls entiende el significado de esta unidad y su relación con los pliegues del borde de la zona axial. Dibuja un corte interpretativo con trazo claro y seguro (Fig. 6) que lleva por pie *Deutung wohl diese* («La interpretación, ciertamente ésta»): un anticlinal sinforme, relacionado por un cabalgamiento dirigido al sur con los pliegues de la vertiente meridional del pico Gallinero, esencialmente la misma estructura que definirá Seguret 30 años más tarde como *tête plongeante* (Fig. 5). El 8 de octubre Misch vuelve a visitar esta zona.

Del 15 al 25 de octubre arrancando de donde había dejado su estudio, al oeste del río Flamisell, Misch, de manera sistemática confeccionando mapas de detalle, cortes y paisajes interpretados, prosigue hacia el este, volviendo al valle del río Noguera Pallaresa y afluentes. En un paisaje desde el SW de Les Esglésies (Bc. de Manyanet) hacia el este observa bien diversas unidades de Permotriás soportando materiales paleozoicos y flotando sobre el Trías superior (15 de octubre, paisaje interpretado). En la zona de Ancs, en el barranco de Comte, en el valle del Noguera Pallaresa,



**Figura 4.-** Cortes geológicos seriados en la terminación occidental de la zona de los Nogueras, al oeste de Castejón. Ver situación de Castejón en figura 2. En los cortes 2, 3, 5 y 6 se observan los pliegues que dibujan los materiales permotriásicos (pt<sub>1</sub>) en la vertiente meridional del Gallinero (zona axial), sobre los que descansa el Trías superior (trazos discontinuos). En contacto con éste, por medio de una falla una serie invertida de Permotriás (pt<sub>1</sub>) que buza hacia el norte y que soportan materiales paleozoicos (rayado oblicuo, Pal). Obsérvese que no hay ninguna interpretación sobre la relación de estos materiales con los paleozoicos y permotriásicos de la zona axial. Compárese con la figura 6.

**Figura 5.-** Cortes geológicos de la terminación occidental de la zona de los Nogueras según Seguret (1972). Situación en figura 2.



dibuja algunos núcleos anticlinales paleozoicos en disposición sinforme limitados por fallas por su parte norte (Fig. 7). Con ello acaba el cuaderno 4 del año 1931, en cuyas páginas finales hay ensayos de cortes interpretativos de esta zona de los Nogueras.

Defendida ya la tesis, el 14 de agosto, Misch inició la tercera campaña de campo dedicada básicamente a extender su trabajo hacia el oeste, hasta el Monte Perdido – Gavarnie. No obstante al final del segundo cuaderno de este año (y último de P. Misch en los Pirineos), en el que no hay ninguna fecha y las páginas están sin numerar, dedica ocho hojas a la parte de la zona de los Nogueras comprendida entre los ríos N. Pallaresa y Segre. No hay observaciones de esta zona en las notas tomadas antes de la lectura de la tesis. Para ella debió de usar la información de Jacob y Ciry publicada en Jacob et. al. (1927).

### Consideraciones finales

En la publicación sobre la vertiente meridional del Pirineo central, Misch aboga por una interpretación autoctonista, con vergencia bilateral de los macizos de la zona de los Nogueras, basada en la generalización de la interpretación de las unidades situadas entre los ríos Segre y Noguera Pallaresa, que el autor cree unívoca, arrastrándola hasta el Ésera. No obstante, los cuadernos de campo muestran que Misch apenas trabajó el área entre el Segre y el Noguera Pallaresa, mientras que dedicó un gran esfuerzo a la parte occidental de la zona, donde, después de ciertas dudas concluyó de manera convencida con una interpretación aloctonista de vergencia meridional, con un corte interpretativo claro.

En los cortes de la publicación apenas hay interpretación tectónica –aunque sí en el texto–, hecho que contrasta con el corte interpretativo del cuaderno (comparar las figuras 4 y 6, y 3 y 7).

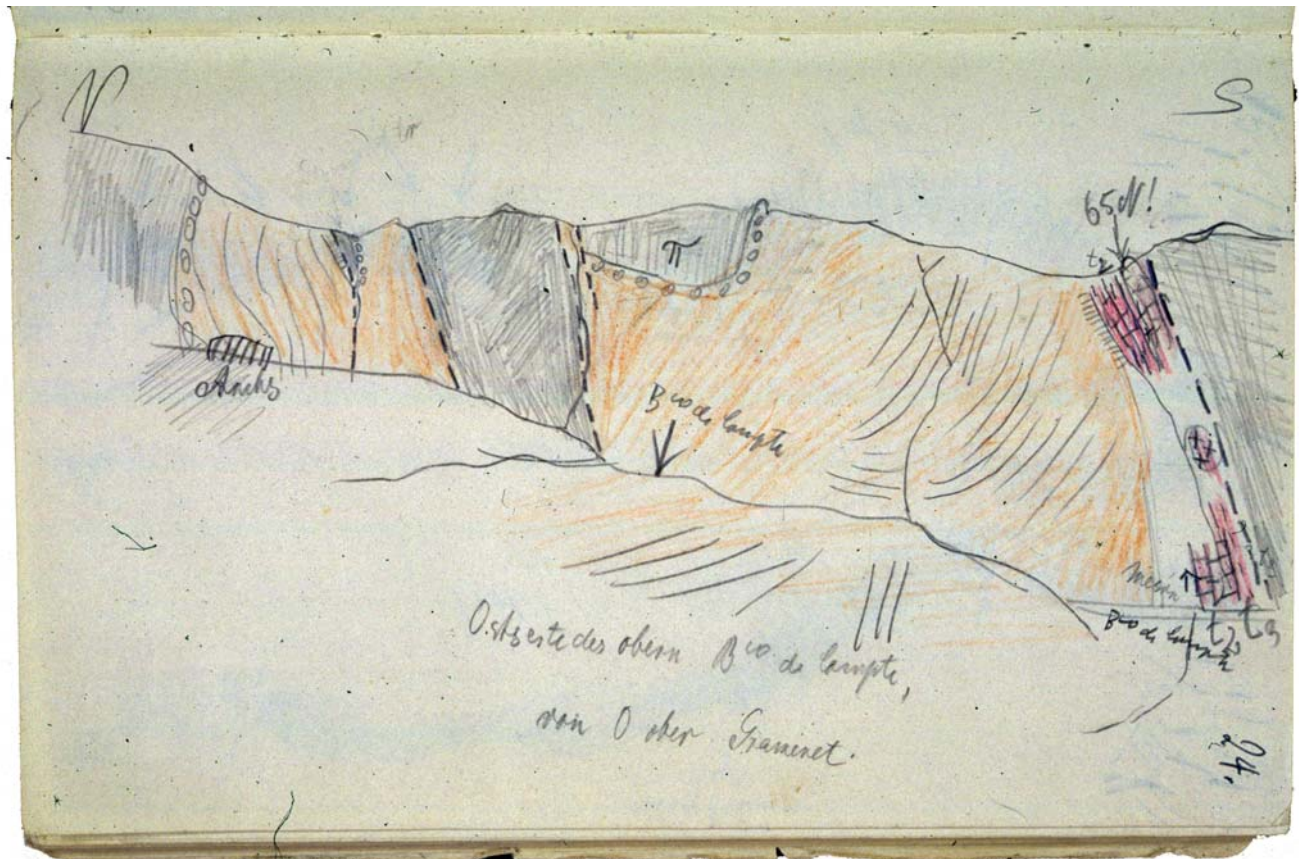
La interpretación a la que llegó, de manera convencida, en la parte occidental de la zona de los Nogueras según los datos de los cuadernos de campo es, en lo esencial, la misma que publicó Seguret (1964, 1972). La comparación del corte interpretativo de Misch de la parte occidental de la zona de los Nogueras del cuaderno de campo con los cortes de esta zona publicados por él, así como con el que publicó Seguret (1972) por la misma zona ilustra bien esta similitud (Figs. 6, 4 y 5), así como el contraste entre las notas de campo y los cortes publicados.

¿Por qué basó Misch su interpretación en la parte oriental de la zona de los Nogueras, una zona apenas trabajada por él? ¿Por qué no publicó Misch cortes con mayor interpretación tectónica? ¿Por qué no publicó la interpretación que parecía tener clara a mediados de julio del 31 después de un mes de estar trabajando la zona y optó por una interpretación autoctonista? ¿Fue el peso de la interpretación autoctonista de los geólogos franceses para el conjunto de los Pirineos, que entonces se estaba imponiendo, lo que frenó al joven Misch? ¿O quizás fueron las ideas de su director de tesis, el profesor Hans Stille, y su autoridad, lo que indujo a Misch a abandonar las ideas reflejadas en sus cuadernos de campo? No tengo respuestas a estas preguntas, pero si es cierto que el abandono de la idea que Misch tenía clara el 23 de julio de 1931 supuso un retraso notable en el conocimiento de la geología del Pirineo. Se tuvo que esperar más de 30 años para que Seguret empezara



**Figura 6.-** Hoja nº 106 del cuaderno PYR III de 1931, 23 de julio (Misch, 1930-32). Los dos cortes superiores muestran el Permotrias y Trias superior (t3) de la cobertera de la zona axial buzando hacia el sur. En contacto con el Trias superior materiales paleozoicos (en gris, pal) situados por encima de la serie Permotriásica invertida con buzamiento hacia el norte. El corte central integra los datos de los dos anteriores: *also Gesamtbefund:* («por lo tanto la situación en conjunto:»). Comparar con los cortes 1 y 2 de la figura 4. En la parte inferior de la página, corte interpretativo que relaciona este anticlinal sinforme limitado por una falla por su flanco norte con los pliegues de la cobertera de la zona axial que ha dibujado en detalle en otras páginas del cuaderno. Comparar esta interpretación con la de la figura 5.

**Figura 7.-** Hoja nº 24 del cuaderno PYR IV, 18 de octubre (Misch, 1930-32). Paisaje interpretado de la vertiente oriental del barranco de Comte visto desde el este, encima del caserío de Gramenet. En gris (p) el Paleozoico; en naranja, el Permotrias; rojo, Trías, distingue el Muschelkalk (t2) del Keuper (t3) que incluye un afloramiento de ofitas (trama de aspás). Comparar este paisaje con el corte 9 de la figura 3.





a cuestionar el modelo de Pirineos aceptado por la comunidad desde 1930, interpretando la zona de los Nogueras de manera similar a la que Misch se guardó en sus cuadernos de campo.

### Agradecimientos

La consulta de las notas de campo de P. Misch fue posible gracias al curso sabático que disfruté en 1992/93 en el Geological Department de la University of Washington. Agradezco las facilidades prestadas por K. Winn en aquel entonces encargada de los manuscritos en los archivos de las bibliotecas de la universidad, así como la acogida que me dispensó el director del departamento, prof. D. Cowan, a quien debo también información sobre P. Misch y sugerencias al presente artículo. También los comentarios de M. Liesa, J.M. Casas i A. Marcos que han ayudado a mejorar el primer manuscrito.

### Fuentes primarias

Gómez de Llarena (1949): Carta al Prof. Dr. Peter Misch, de 10 de mayo 1949. In *Peter Misch*, Special Collections Division, University of Washington Libraries, Accesoión N° 3370, Correspondence.

Misch, P. (1930-32): 12 cuadernos de campo (contienen todas las campañas en el Pirineo) y hojas sueltas con índice de los cuadernos, in *Peter Misch*, Special Collections Division, University of Washington Libraries, Accesoión N° 3370, Field Notes, Pyrenees.

Misch, P. (1932): *Der Bau der mittleren Südpynenäen zwischen Pallaresa und Esera. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Georg-August-Universität zu Göttingen vorgelegt von Peter Misch aus Göttingen*. Manuscrito, in *Peter Misch*, Special Collections Division, University of Washington Libraries, Accesoión N° 3370, Writings, Pyrenees.

### Referencias

- Almela, A. y Ríos, J. M<sup>a</sup>. (1947): *Explicación al mapa geológico de la provincia de Lérida. Escala 1:200000*. IGME, 193 p.
- Argand, E. (1924): La tectonique de l'Asie. *Comptes Rendus XIII Congrès Géologique International, Bruxelles 1922*, fasc. 1: 171-372, Liège.
- Ashauer, H. (1934): Die östliche Endigung der Pyrenäen. *Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, math.-phys. Kl., 3 Folge, Heft 10*: 2-115.
- Bechtold, F. (1935): *Deutsche am Nanga Parbat. Der Angriff 1934*, 52 pp., Verlag F. Bruckmann, München.
- Bertrand, L. (1908): Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées Orientales et Centrales. *Bulletin du Service de la Carte géologique de France*, núm.118, t. XVII, 1906-1907: 363-547.
- Bresson, A. (1902): La nappe de recouvrement des environs de Gavarnie et de Gedre. Comparaisons des bassins créacés d'Eaux Chaudes, de Gedre et de Gavarnie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, t. CXXXIV: 63-66.
- Bresson, A. (1903): Études sur les formations anciennes des Hautes et Basses-Pyrénées (haute-Chaîne). *Bulletin du Service de la Carte géologique de France*, núm. 93, t. XIV: 276 p.
- Casteras, M. (1933): Recherches sur la structure du versant nord des Pyrénées centrales et orientales. *Bulletin du Service de la Carte géologique de France*, núm.189, t. XXXVII: 1-595.
- Choukroune, P. & ECORS Team (1989): The ECORS Pyrenean deep seismic profile reflection data and the overall structure of an orogenic belt. *Tectonics*, 8: 23-39.
- Crittenden, M.D., Coney, P., Davis, G.H., eds. (1980): Cordilleran Metamorphic Core Complexes. *Geological Society of America, Memoir*, 153, 490 p.
- Dalloni, M. (1910): Étude géologique des Pyrénées de l'Aragon. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, t. XIX, 436 p.
- Dalloni, M. (1913): Stratigraphie et tectonique de la région des Nogueras (Pyrénées centrales). *Bulletin de la Société géologique de France*, 4ème. sér., 13: 243-263.
- Dalloni, M. (1930): Étude géologique des Pyrénées catalanes. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, t. XXVI, 373 p.
- Fontboté, J.M. (1991): Reflexions sobre la tectònica dels Pirineus. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes Barcelona*, 3ª época, núm 889, vol. L, núm. 7, 301-352.
- Jacob, Ch. (1927): Considérations tectoniques sur les Pyrénées. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, t. LVI: 289-298.
- Jacob, Ch. (1930): Zone axiale, versant sud et versant nord des Pyrénées». *Livre Jubilaire 1830-1930. Centenaire de la Société géologique de France*: 389-410.
- Jacob, Ch. (1935): À propos du versant méridional des Pyrénées centrales. *Comptes Rendus Sommaires de la Société géologique de France* (5ème série), t. V, n. 8: 78-80.
- Jacob, Ch. y Astre, G. (1927): Le front du massif de la Barousse a la traversée de la vallée de la Garonne. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, t. LVI: 281-288.
- Jacob, Ch., Fallot, P., Astre, G., Ciry, R. (1927): Observations tectoniques sur le versant méridional des Pyrénées Centrales et Orientales. *Comptes Rendus XIV Congrès Géologique International, Madrid 1926*, 2:335-411.
- Lamare, P. (1936): Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne. *Mémoires de la Société géologique de France*, nov. sér., núm. 27, t. XII, 464 p.
- Llopis Lladó, N. (1945): Sobre la tectónica del Paleozoico de la zona de Las Nogueras. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 14:199-228.
- Lugeon, M. (1903): Les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses. *Comptes Rendus IX Congrès Géologique International*: 477-506.
- Mey, P.H.W. (1968): Geology of the Upper Ribagorzana and Tor valleys, Central Pyrenees, Spain, Sheet 8, 1:50000. *Leidse Geologische Mededelingen*, 41: 229-292.
- Misch, P. (1934): Der Bau der mittleren Südpynenäen. *Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, math.-phys. Kl., 3 Folge, Heft 12*, 1597-1764.
- Misch, P. (1948): La estructura tectónica de la región central de los Pirineos meridionales (trad. J. Gómez de Llarena). *Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España*, IV: 5- 180.
- Misch, P. (1960): Regional Structural Reconnaissance in Cen-

- tral-Northeast Nevada and some Adjacent Areas; Observations and Interpretations. In *Guidebook to the Geology of East Central Nevada*, 17-42. Intermountain Ass. Petr. Geol., Eleventh Ann. Field Conf, SALT Lake City, Utah.
- Molenaar, D. (1988): In memoriam. Hans Peter Misch 1909-1987. *American Alpine Journal*, 30: 329-331.
- Muñoz, J.A. (1992): Evolution of a continental collision belt: ECORS-Pyrenees crustal balanced cross-section. En: *Thrust Tectonics* (K.R. McKlay, Ed.). London, Chapman & Hall, 235-246.
- Seguret, M. (1964): Sur le style en têtes plongeantes des structures pyrénéennes de la zone des Nogueras (versant sud des Pyrénées centrales). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 259: 2895-2898.
- Seguret, M. (1972): Étude tectonique des nappes et séries decollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées. *Publications de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc (USTELA), Série Géologie Structurale*, 2, 163 p.
- Selzer, G. (1934): Geologie der südpyrenäischen Sierren in Oberaragonien. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Paläontologie und Geologie*, 71 (B), 370-406.
- Sitter, L.U. de (1956): A cross section through the Central Pyrenees. *Geologische Rundschau*, 45: 214-233.
- Solé Sabarís, L. (1956): Aportación alemana a las ideas tectónicas modernas sobre la Península Ibérica. En: *Geotektonisches Symposium zu Ehren von Hans Stille, als Festschrift zur vollendung seines 80 Lebensjahres; überreicht von der Deutschen Geologischen Gesellschaft, der Geologischen Vereinigung und der Paläontologischen Gesellschaft* (F. Lotze, Ed.). Stuttgart, F. Enke Verlag, 177-189.
- Termier, P. (1903): Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes. *Bulletin de la Société géologique de France*, 4ème. sér., 3: 711-766.
- Viennot, P. (1927): Recherches structurales dans les Pyrénées Occidentales françaises. *Bulletin du Service de la Carte géologique de France*, núm. 163, t. XXX: 268 p.

*Manuscrito recibido el 27 de agosto de 2007*

*Aceptado el manuscrito revisado el 5 de diciembre de 2007*