

Materiales y depósitos periglaciares en el macizo del Montseny. Antecedentes y resultados

por **SALVADOR LLOBET**

El presente estudio tiene como misión principal plantear la problemática de la existencia de materiales y formas periglaciares en áreas que, hasta ahora, la mayoría de los autores consideraban excluidas de esta morfogénesis que tanta trascendencia ha tenido en latitudes medias del hemisferio norte. En diferentes puntos de España se han citado y estudiado formas y materiales correspondientes a este sistema morfogenético, pero no precisamente en montañas mediterráneas.

ANTECEDENTES EN ESPAÑA

El estudio de los fenómenos periglaciares en nuestras montañas es reciente. Los geógrafos españoles no han mostrado especial predilección por la morfología, y la mayoría de los geólogos han preferido el estudio de los fenómenos anteriores al Cuaternario, circunscribiéndose en todo caso al glaciario y sin desarrollar el estudio de estas formas menores correspondientes al llamado periglaciario, nombre que creó el polaco Lozinski, en 1909 y que se difundió particularmente desde 1932 a 1954 (17).

No obstante, algunos autores españoles habían hecho referencia a algunas de estas manifestaciones, aunque sin profundizar en ellas. En 1941, García Sainz intuyó algunos de estos fenómenos, pero sin mencionarlos directamente, cosa comprensible, puesto que no estaba divulgado su conocimiento. En algunas descripciones de lo que consideraba últimos estadios epiglaciares señalaba la presencia de mantos detríticos en el Pirineo, entre los 1.400 y los 1.800 m, aunque sin gran precisión y simplemente como fenómeno glaciario final (11).

En 1947, L. Solé Sabarís y N. Llopis Lladó publicaron un mapa geológico de Andorra (42) en el que se señalan numerosos depósitos cuaternarios, poco discriminados, de los cuales, si bien muchos de ellos son seguramente morrénicos, no hay duda que otros resultan ser de soliflujo periglaciario, aunque no se indicó así. Nosotros mismos, en nuestros trabajos sobre el Montseny y Andorra (27-28), tampoco los identificamos, ni los autores anteriores, puesto que, prácticamente, no

se hablaba todavía del fenómeno periglaciario, cuyo estudio empezó a divulgarse y adquirir importancia después de la II Guerra Mundial.

Fue Cailleux quien, invitado en 1954 por el doctor Solé Sabarís para impartir un cursillo sobre el Cuaternario en el Laboratorio de Geografía Física de la Universidad de Barcelona, precisó ciertos aspectos, en teoría y en el campo, a algunos profesores de Geología y de Geografía de nuestra Universidad, en una corta excursión efectuada al Pirineo catalán. En el resto de España, estos aspectos no habían preocupado particularmente.

Pierre Barrère, en un artículo publicado en 1952 (3), examinaba en los Pirineos centrales fenómenos periglaciares de masas de derrubios, festones de neviza al pie de éstos, campos de piedras y suelos con elementos clasificados facilitados por los lenares (lapiaz) e incluso por el arroyamiento y por las grietas de desecación donde hay materiales finos. Además, dedicó a ello otros artículos y un resumen (4).

M. Boyé en la misma revista (6), señaló en las partes altas del Monte Perdido una serie de fenómenos periglaciares actuales que calificó como periglaciares de regresión y cuyo límite inferior estaría entre los 2.600-2.700 m. Identificó formas y barrancos de gelivación, formas de soliflucción y suelos poligonales, de modo que todavía en la actualidad, en esas alturas, cerca del Lago Helado o de Pineta, con un pergelisol en profundidad, el hielo es un potente factor morfogenético (6).

Hacia 1954 (31), Llopis Lladó describía un material al pie de los macizos de Ancares y Miravalles, en los confines de Asturias, Galicia y León, que, aun sin identificarlo por su parte, deben considerarse como de soliflucción periglaciaria, por debajo de los antiguos focos glaciares existentes. En otro punto especificaba (página 636) que, en las vertientes septentrionales de la cresta de las Concas, «dos pequeños depósitos de forma morrénica, más parecen formas de soliflucción semejantes a los *Rock-glaciers*».

En 1954, Pierre Birot y Luis Solé Sabarís interpretaron como sedimentos periglaciares de soliflucción los depósitos que recubren las arenas y cantos marinos de la plataforma levantada de Luarca, en Asturias (5), lo mismo que André Guilhaud en la antigua playa levantada de La Franca, también en Asturias (14). En 1955, Llopis publicó la existencia asimismo de materiales de soliflucción en la carretera de Avilés a Luarca, a 350-400 m de altitud, recubriendo gran parte de la plataforma litoral levantada, singularmente en Cabo Vidio (oeste del río Narcea), con señales de crioturación (o gelituración), y aceptó una posible edad rissense, seguida de otros materiales posteriores, de edad würmiense (30).

Leo Imperatori publicó también en 1955 (23) un breve artículo según el cual creía haber hallado fenómenos de crioturación (gelituración) ondulada o plicaciones en las terrazas rissenses del Manzanares.

Pero la mejor contribución al estudio del periglaciario se debió al V Congreso Internacional para el Estudio del Cuaternario (INQUA) celebrado en España (Madrid-Barcelona) en 1957. Para su preparación, ya en la *Guía de la Excursión N1*, a los Pirineos, se destacaban distintos fenómenos periglaciares en la Vall de Cardós y en el Port de la Bonaigua (24), descritos además en el *Résumé des Communications* (25). En este mismo resumen, J. M.^a Fontboté y O. Riba, señalaban

fenómenos periglaciares en los altos valles del Ter y del Freser (9) y García Sainz insinuaba la influencia de la paleoclimatología en la formación periglaciaria ibérica y la diferencia entre las formaciones epiglaciares y periglaciares (11 y 12).

En la *Guía de la Excursión N2* del mismo V Congreso Internacional de INQUA sobre la Región Cantábrica (26), Llopis publicó un corte de los sedimentos del salón central de la Cueva de Igitegi en el que señalaba unas formas poco convincentes de crioturbación (geliturbación), y restos de cantos rodados y arenas de tipo fluvial periglaciaria en la gruta de Pindal. Un mapa intercalado indicaba materiales periglaciares y de soliflucción en una línea recta de 20 km desde Caroyas (al oeste de Canero) hasta Riegoarriba, en el valle del Esqueiro, alrededor de los 100 m, aunque en el texto consignó que llegaban hasta el mar. En otro mapa esquemático señalaba asimismo depósitos periglaciares en la cabecera del río Cabrera y aledaños.

Según el autor, en las superficies de las rasas y las sierras Llanas se encuentran, entre otros, depósitos periglaciares con soliflucción y crioturbación. En mapa aparte, publicado con ocasión del mismo Congreso (32), señala los depósitos periglaciares con soliflucción, desde el meridiano de la ría de Pravia, con un foco al este cerca de Gijón, hasta las proximidades de la ría de Ribadeo.

En la excursión que durante nueve días recorrió buena parte del Pirineo (vertientes francesa y española) fueron señalados por parte de muchos asistentes distintos fenómenos periglaciares que despertaron interés. Uno de los resultados de esta excursión fue la publicación, por el canadiense-francés Louis-Edmond Hamelin, de las noticias existentes en aquel momento acerca del Pirineo español y de las adquiridas en otras cordilleras españolas (16). Asimismo, François Taillefer describió los fenómenos observados, criticó ciertas conclusiones sobre las glaciaciones pirenaicas y realizó otro gráfico sobre la obturación glaciaria de Lestui, así como los resultados de las obturaciones de Tírvia y La Mañana (45).

Jean Hazèra indicó la acción de la gelifracción y geliflucción en *grèzes* y arcillas solifluídicas en el valle de Mena (18).

Hempel estudió en 1958 el glaciario y el periglaciario de Sierra Nevada. El límite nival habría alcanzado los 2.400-2.500 m. durante el Würm, y en el Tardiglaciario, solamente entre los 2.850 m y la cima. La soliflucción más antigua habría llegado entre los 800 y los 1.000 m, mientras que la geliflucción actual se detiene a los 2.100 m (20).

J. M.^a Martínez Álvarez reconoció, también en Asturias, depósitos periglaciares en las principales cumbres que, alrededor de los 2.000 m, rodean el Puerto de San Isidro y el de la Vergarada, así como en los montes más bajos del Puerto de Tarna, a menos de 1.500 m. Todos estos sedimentos los situaba sobre los valles glaciares y en tiempos posteriores al período del glaciario cuaternario. Pero halló materiales periglaciares sin huellas glaciares previas al sur de Cangas de Narcea y en las inmediaciones de Pola de Allende, en la Campa de Lavadoira, a 820 m de altitud (34). El mismo autor señalaba en una nota la presencia de materiales coluviales entre las desembocaduras del Deva y del Sella, cuyo aspecto es muy distinto según la roca madre; les asignaba una génesis periglaciaria y los situaba en los alrededores de Unquera, no lejos de Llanes y de Cabo de Mar y entre Riénsena y el Mazuco, pero sin indicar las alturas de su posición (35).

Otto Fränzele, en 1959 (10), en un estudio sobre el glaciario y el periglaciario en el Guadarrama y Somosierra (Cordillera Central), situaba el límite inferior periglaciario würmiense a los 700 m de altitud.

Henri Nonn publicó en 1960 un corto trabajo sobre formaciones periglaciares en Galicia, aspecto que trató de nuevo en su tesis doctoral. Señalaba que existe una diferencia en la eficacia periglaciaria entre las regiones costeras y las regiones interiores, de manera que los materiales de soliflucción son mucho más escasos en el interior que en los litorales (40).

En 1961, Masachs Alavedra y Montoriol Pous amplían en trabajo aparte los datos que habían adelantado en 1957, con ocasión del Congreso Internacional del INQUA. Destacan en los alrededores del Port de la Bonaigua diversos fenómenos, como cuencas cerradas crionivales, lenguas de soliflucción, terracitas, vertientes (o laderas) reguladas, derrubios ordenados, nichos de arranque, *karsts* crionivales, montículos herbosos, etc. (36). Si bien en conjunto está muy bien visto, alguna de las atribuciones es tal vez precipitada o, en todo caso, en la actualidad quizá sería distinto el punto de vista.

Butzer, en 1964, destacó las posibilidades de existencia y el origen de la soliflucción en Mallorca (7). En 1964, Montoriol Pous, en uno de sus estudios sobre el *karst* de Garraf, escribía que en la cueva Cassimanya y en las de Can Sadurní, a 500 y 360 m de altitud respectivamente, aparecen materiales periglaciares en la boca de entrada. La primera debe ser una cueva periglaciaria de borde, en la que la acción de los fríos, además de influir en su formación, depositó materiales de soliflucción. En la segunda, las acciones de tipo periglaciario ensancharon la quietud y provocaron asimismo coladas de geliflucción (39).

También en 1964, Solé Sabarís señala como muchos glaciares de erosión del Prepirineo español, situados al pie de relieves calcáreos destacados y con depósitos angulosos que a veces pasan a verdaderas grezès litées, permiten atribuirles un origen periglaciario que puede atribuirse al Würmiense (43).

En 1965, Bruno Messerli publicó un estudio sobre Sierra Nevada en el que, además de referirse concretamente al glaciario, señalaba distintos fenómenos periglaciares, realmente muy extendidos, con fases funcionales todavía hasta los 2.300 m en la vertiente sur (37). Posteriormente, en 1967, comentó varios aspectos relativos al área mediterránea (38).

En 1966 y 1967, Noël Llopis Lladó publicó nuevos mapas geológicos de Andorra, a escala 1:25.000, con mejor topografía y mayor detalle que en el mapa anterior. En el Cuaternario diferenció las morrenas de los aluviones y coluviones, además de los conos de deyección. No obstante, no mencionaba explícitamente los materiales periglaciares, los cuales no hay duda que son importantes. Prácticamente, todos aquellos que se han señalado como coluviones son de origen periglaciario (33). En realidad, existen en casi todo el territorio andorrano.

En 1967, Höllermann publicó un trabajo sobre fenómenos periglaciares y pequeñas formas, en los Pirineos y en los Alpes. Más que estudios detallados son observaciones con alturas límite en distintos macizos pirenaicos, comparados con algunos macizos de los Alpes centrales y orientales, dos estaciones de los Apeninos y una del Macizo Central francés. Señaló algunos suelos poligonales, coladas de

pedras, lóbulos de soliflucción, guirnaldas de vegetación y terrazas en gradas sobre los macizos pirenaicos recorridos (22).

Ya en 1968, Jean Hazèra encontró morrenas en las montañas vascas hasta los 738 m de altitud, procedentes del Monte Valnera (1.707 m), alrededor de Espinosa de los Monteros, y magníficas laderas reguladas o uniformizadas, con bellas muestras de geliturbación (o crioturbación), en las cercanías (19).

En Port de la Selva (Costa Brava, Gerona), Mme. Barbaza señala unos depósitos coluvio-eólicos, entre los 50 y 100 m de altitud, con una inclinación de 7° a 8°, cuyo transporte supone debióse verificar sobre un suelo helado o sobre la nieve, en un proceso periglaciario (2).

Soutadé y Baudière, también en 1970, publicaron un artículo sobre vegetación y modelado en Sierra Nevada en la que señalaban multitud de manifestaciones periglaciares, tales como bloques levantados, coladas de bloques por encima de los 3.000 m, campos de piedras, mantos de derrubios y soliflucción periglaciario (44). Esos autores han continuado en esta línea de investigación.

Posteriormente ha habido muchos más investigadores, además de los anteriores, que han dedicado su atención a los fenómenos periglaciares españoles, aunque su enumeración escapa completamente a la intención de este trabajo. Por ejemplo, muchos investigadores de la Asociación Española para el Estudio del Cuaternario han orientado sus estudios en este sentido, como lo demostró la reunión de trabajo celebrada en Jaca en septiembre de 1975. Citemos algunos nombres, de la propia asociación y fuera de ella, como I. Asensio Amor, G. Bertrand, G. M.^a Cano García, J. Creus Novau, J. M.^a García Ruiz, J. M.^a Fontboté, M.^a J. Ibáñez, A. Gómez Ortiz, S. Llobet, S. Mensua, S. Martí Bono, J. M.^a Ontañón Sánchez, Ortega Valcárcel, M. C. Pecci, V. M. Rosselló, E. Ruiz Budría, D. Serrat, J. Vaudour, L. Villar, L. M. Yetano Ruiz, y muchos otros.

Todo ello demuestra que se está en los principios del estudio del periglaciario en España y que se puede contar con una fuerte expansión de ese estudio en los próximos años.

EL PERIGLACIARIO EN EL MONTSENY

En nuestra tesis doctoral, «El medio y la vida en el Montseny» (28), terminada en 1945 y publicada en 1947, años de aridez geográfica en las Facultades de Letras españolas, no se hizo alusión alguna a la presencia de formas periglaciares en aquella región montañosa, a pesar de que algunos fenómenos se habían intuido como de origen relacionado con el frío. Descartado el glaciario por la poca altitud en relación con los Pirineos y la nula difusión de los conocimientos del fenómeno periglaciario en el momento de terminar la II Guerra Mundial (1945), no se comentaron algunas pequeñas manifestaciones que en aquel momento eran inidentificables.

Nuestras preocupaciones se trasladaron a otras comarcas, y el territorio del Montseny estuvo muchos años alejado de nuestro interés. Sin embargo, cuando en 1970 fue objeto de nueva atención, un pequeño nicho de nivación que descubrimos muy cerca del Turó de l'Home y depósitos de brecha pizarrosa orientada en

otros puntos, que, siguiendo la nomenclatura de Jean Tricart, hemos calificado posteriormente como «derrubios ayudados» (*éboulis assistés*), nos demostraron palpablemente que existían fenómenos periglaciares en esa montaña.

Desde el momento en que se localizaron algunos de esos derrubios nos dedicamos a reseguir concienzudamente todo el territorio montañoso hasta lograr un completo mapa de localización de dichos fenómenos y su límite inferior, que se encuentra alrededor de los 500 m de altitud. Ese mapa, que se publicará más adelante, comprenderá el total de la región, incluso los depósitos aluviales de la parte baja.

Las manifestaciones periglaciares en el Montseny pusieron de manifiesto su existencia en las montañas mediterráneas y el augurio de una extensión más amplia que la supuesta hasta el momento. Este hecho se hace patente también en el Prepirineo y Pirineo, áreas que, paralelamente a la del Montseny, hemos examinado.

Situación y materiales

El Montseny, en la Cordillera Prelitoral Catalana, dentro de las cordilleras Costeras, es la montaña de mayor altura. Según los mapas del Instituto Geográfico y Catastral, alcanza 1.712 m en el Turó de l'Home y 1.695 m en el pico gemelo, llamado Matagalls. En un bloque de la misma montaña, La Calma, situado algo más al sur y separado por una falla intermedia, la altura máxima, el Puig d'Arau, o Puigdrau, alcanza 1.342 m (47).

Desde el punto de vista geológico, ha sido estudiado parcialmente por varios autores. D. Juan Almera publicó en 1914 un mapa a escala 1:40.000 que comprendía buena parte del macizo. Otra pequeña porción aparece en la hoja del Tordera, cuya segunda edición es de 1915 (1). El estudio tectónico más detallado se encuentra en la tesis doctoral de Llopis Lladó, con un mapa a escala 1:100.000 (29). Se trata de un relieve paleozoico con zócalo granítico, recubierto en algunos puntos sudoccidentales por areniscas rojas triásicas y algunas calizas, todo ello en vías de denudación. Se yergue sobre la falla meridional y oriental de la depresión del Vallés y está además fragmentado por otras fallas maestras y satélites, en la garganta del río Congost, en Collformic y en la Riera d'Arbúcies; presenta así dos grandes bloques: uno sobre la depresión del Vallés, con el núcleo fundamental de la penillanura petriásica de La Calma, y otro, más levantado todavía, separado del anterior por la falla de Collformic, el de Matagalls, Les Agudes-Turó de l'Home; este último, a su vez, se halla separado por el noreste del bloque, más bajo de Les Guilleries, y por consiguiente se sitúa fuera ya del Montseny propiamente dicho.

En el bloque de La Calma reaparece el paleozoico con las formas de la penillanura, fosilizada y levantada posteriormente en el Triásico. Al pie de los materiales paleozoicos, y jalonando la falla meridional, hay pequeñas intrusiones graníticas. Todo el bloque paleozoico está levantado a causa de una gran intrusión granítica, que aparece por el norte en forma de batolito. En el paleozoico se distinguen capas de cornubianitas y cuarcitas y, por encima, pizarras de distintas ca-

racterísticas hasta la cumbre, con predominio de las pizarras silúricas ordovicienses grisazuladas, satinadas o mosqueadas.

El granito, en pleno macizo, es visible desde el valle de Santa Fe, al pie de la cuerda Turó de l'Home - Les Agudes, y en el Coll de Sant Marçal continúa por la vertiente norte del Matagalls, siguiendo una línea superior a los 1.100-1.200 m, hasta el límite septentrional del macizo, para enlazar con el bloque también granítico de Les Guilleries. Los materiales paleozoicos, y sobre todo el granito, están atravesados por filones y diques de rocas intrusivas que, a menudo, destacan en el paisaje por erosión diferencial.

El clima

El considerable conjunto montañoso que se mantiene entre 1.000 y 1.700 m justifica el clima frío contemporáneo y, por deducción lógica, todavía más frío durante los períodos glaciares cuaternarios. Las precipitaciones actuales son bastante importantes, de modo que en la cima del Turó de l'Home, en el observatorio meteorológico oficial, se ha registrado durante el período 1941-1971 un promedio anual de 1.025 mm, de los cuales gran parte fueron de nieve. No disponemos de datos exactos de las precipitaciones nivales totales, pero sí conocemos, gracias a la cortesía del observador don Fernando García de Castro, la innivación continuada, o sea, los espesores de nieve conservados en la cima, en plena exposición solar, desde los inviernos de 1955-1956 a 1971-1972. De estos 16 inviernos, 8 fueron de escasa innivación, 6 con innivación mediana y 2 con grandes espesores de nieve. El año de menor innivación fue el de 1955-1956, y el de mayor espesor de nieve conservada, el de 1971-1972. En este último año, la nieve persistió desde el 28 de noviembre, pero el día 1 de enero de 1972 alcanzó de repente 150 cm, y luego, el día 20 del propio mes y el 2 de febrero, llegó a tener un espesor de 2 m. La innivación continúa permaneció hasta el 4 de abril; desde esta fecha hasta fin de mes nevó intermitentemente, con fusión posterior, en varias ocasiones.

Incluso en invierno, alguna vez las precipitaciones no son de nieve, lo cual ocurre principalmente a consecuencia de las tormentas del llamado «llevant», lluvias muy importantes del NE que a menudo van acompañadas de temperaturas no muy frías. Por ejemplo, en diciembre de 1971 las precipitaciones fueron de 545 mm o litros de agua por metro cuadrado, aunque el máximo espesor de la nieve, que permaneció durante un día, fue solamente de 80 cm (80 mm de agua por metro cuadrado). En cambio los 226 mm de precipitación del mes de febrero, correspondieron en su mayor parte a precipitaciones níveas.

A 1.700 m de altitud las temperaturas mínimas actuales son bajas. En la serie de 1941 a 1971, las temperaturas extremas fueron superiores a los 10° bajo cero solamente durante 5 años, pero son frecuentes las cifras récords inferiores a 13° bajo cero, incluyendo además en ellas las excepcionales de febrero de 1956, cuyo valor mínimo fue de $-19,8^{\circ}$. En el mismo período de 31 años, la temperatura media de 12 meses de enero estuvo por debajo de los cero grados, y lo mismo ocurrió en otros doce meses de febrero; en cambio, para el mes de diciembre, sólo nueve años tuvieron esta temperatura media negativa.

Como ejemplo de las bajas temperaturas del conjunto de la región, en el mes de febrero de 1942 las mínimas fueron de -13° en el Turó de l'Home, -10° en Santa Fe (1.100 m) y -12° en Balenyà (600 m) en relación con la inversión térmica tan conocida de la Plana de Vic. En el mismo invierno, en el Turó de l'Home se registraron 118 días a 0° o menos y sólo desde mayo hasta finales de septiembre no hubo ninguna helada.

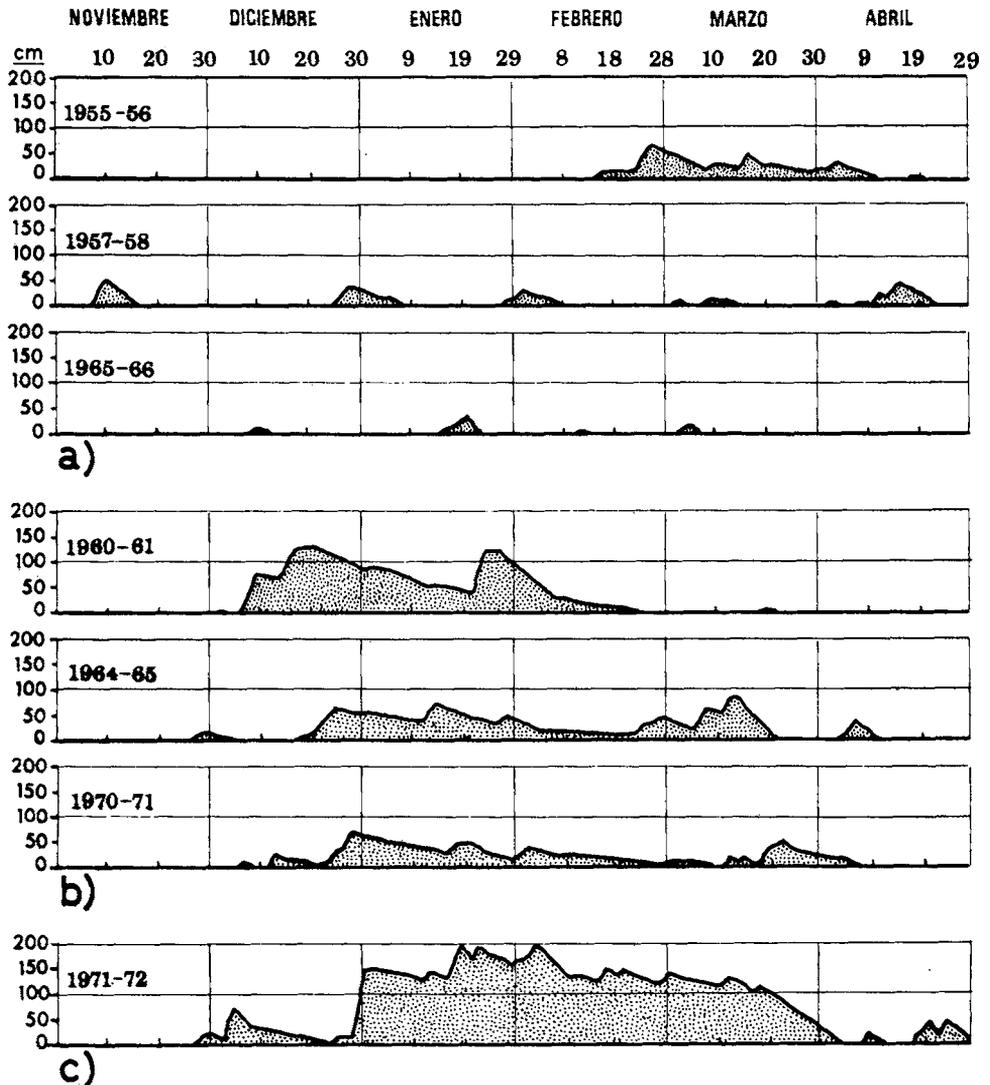


FIG. 1.— La innivación en la estación meteorológica del Turó de l'Home. a) Tres años típicos de escasez nival; b) Tres años típicos de abundancia nival; c) un año extraordinario de superabundancia de nieve.



Por tanto, debemos suponer que durante los tiempos glaciares del Riss y el Würm las temperaturas debieron de ser muy bajas. Por la altitud mediana del terreno y su latitud y proximidad al Mediterráneo debe conjeturarse que durante el verano el terreno no debió estar helado y, en consecuencia, no hubo *pergelisol* (*permafrost, tjäle*), característico de los suelos helados todo el año. Como en algunos puntos en la actualidad, debió de haber en cambio *mollisol* (alternancia de suelo helado durante una temporada, después deshielo intermitentemente y por último deshielo total durante el buen tiempo)*, pero durante un período muy largo; debió alcanzar muy poca altitud en el macizo, con la consecuencia lógica de una escasa vegetación, hasta zonas muy bajas y un régimen de rexistasia.

Formas periglaciares

El desarrollo del macizo, de unos 20 km de longitud, orientado de sureste a noreste, como hemos indicado, a causa del plegamiento, ha originado una extensa área con buena exposición solar y, por el contrario, otra también extensa en la umbría. Por esa razón, en esta última área las bajas temperaturas se mantienen durante mucho tiempo del año, mientras que, en la solana, la plena exposición de la ladera a los rayos solares que inciden perpendicularmente ocasiona un fuerte contraste diario de temperatura, como es corriente siempre en estos casos.

Por otra parte, en la solana formada sobre el paleozoico, si bien el buzamiento de los estratos a unos 25° al SO no coincide con la pendiente del terreno, el ángulo que forman es pequeño y el ataque de la erosión origina una pendiente suave. En cambio, en las umbrías, en la vertiente opuesta, existe una contrapendiente debida al buzamiento, que allí queda en dirección contraria a la pendiente de ladera, y forma el «reverso de cuesta», que además es resaltado por la erosión periglaciara, originando un característico valle disimétrico.

El arranque de materiales y sus incisiones

Llaman poderosamente la atención las incisiones existentes en muchas laderas, de preferencia en la solana. La causa debe hallarse, por una parte, en la conformidad del buzamiento de los estratos, por superior frecuencia del fenómeno hielo-deshielo y gran acumulación de nieve en los ventisqueros antiguos a causa del choque frontal de los vientos que aportaban las precipitaciones, y con ello la mejor conservación posterior de tales incisiones. La forma de éstas y la potencia de los detritos son completamente distintas, como es lógico, del tipo de las originadas por la erosión fluvial, lo cual demuestra ser producidas claramente por gelifracción del material previamente embebido de agua. Forma una pared más o menos próxima a la vertical en el lugar inicial, y el correlativo arrastre de detritos por geliflujión a partir de la incisión origina un manto más o menos extenso, según sea la altitud del origen, la litología y la situación. Estos derrubios están formados muchas veces por fragmentos de pizarra de pocos centímetros, o algún

* Nomenclatura de L. E. Hamelen [17] y de Jean Tricart [46].

decímetro tal vez, de longitud, con una matriz terrosa junto con algunos bloques de hasta un metro cuadrado de superficie, todo por obra de la gelifluxión. En otros casos, según las circunstancias, la proporción, extensión y dimensiones del material pueden ser diferentes.

Estas incisiones son muy numerosas, aunque en ciertos casos no fácilmente identificables sin estudios de detalle. En la ladera solana del Matagalls, cerca de Sant Andreu de la Castanya y en el flanco meridional del Turó Gros, son muy claras, y sobre todo en este último, cuya pared de arranque tiene unos 12 m de altura y al pie un gran campo de dispersión de materiales, con bloques arrastrados, en un área de unos 1.800 m².

Incisiones de este tipo, más o menos grandes y a menudo con formas pare-

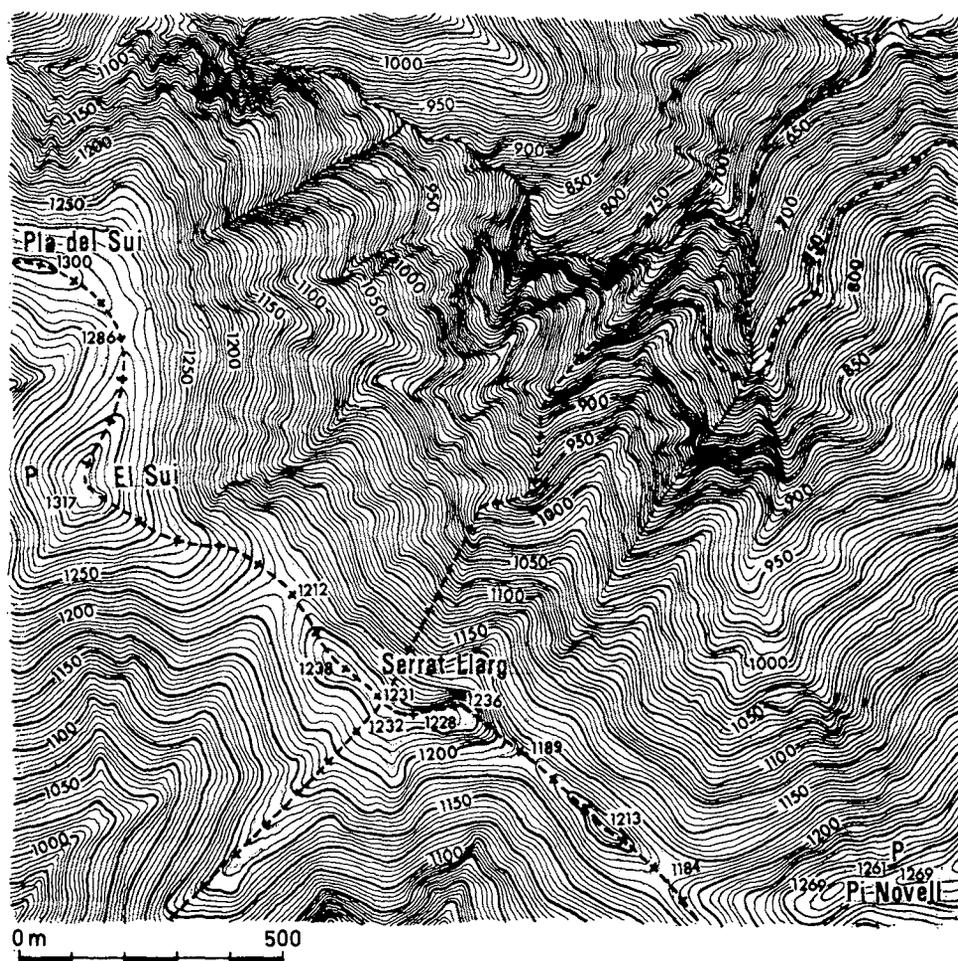


FIG. 3.—Las formas del relieve en un extremo de la Calma. Contraste entre la solana y la umbría. El norte en la parte superior.

cidas a una semielipse, se encuentran repetidamente en muchos puntos, en número de casi un centenar, e incluso en laderas secundarias, como la que, por ejemplo, existe, muy desarrollada, a corta distancia de la penillanura de La Calma, sólo a 1.000 m de altitud, en Coll d'en Roca, cerca de Coll de Palestrins, en la sierra de este nombre, muy bien orientada a los actuales vientos húmedos de Levante. En el esquema adjunto se señala la situación de estas incisiones, las cuales han dado origen a los detritos que, arrastrados por geliflucción, aparecen esparcidos por una extensa área de la montaña, si bien con diferente potencia.

Pero es en las umbrías donde la fuerza del arranque de materiales ha sido mayor, si bien el aspecto de las incisiones es completamente distinto. La contrapendiente del buzamiento, como antes hemos indicado, produce una cuesta abrupta y empinada, debido además a la evacuación periglaciaria, sumándose a ella el arrastre fluvial posperiglaciario de los derrubios, que ha sido extraordinario, de forma que en la parte alta sólo quedan restos en algunos interfluvios donde la erosión posterior los ha respetado. Este fenómeno es muy visible en la umbría de La Calma, desde Pi Novell hasta El Sui, Puig d'Arau y La Castanya, y sobre todo en la más alta vertiente norte del Matagalls.

La máxima incisión, que es más propiamente un «nicho de nivación» y corresponde al *niche coulée* de Hamelin (17), se encuentra al E del Turó de l'Home, entre éste y el Puig ses Olles; constituye un gran semicono invertido o semiembudo, o «nicho de nivación», y sus paredes tienen una altura de unos 250 m y una longitud de unos 600. Sin embargo, considerando además el valle luego rellenado, presenta una excavación total a lo largo de la ladera de unos 1.400 m y un desnivel, desde el principio hasta el fin, de unos 600. El nicho tiene un pequeño rellano y a continuación está el fondo del valle primitivo, relleno de coluviones periglaciares con importante matriz. En dichos coluviones hay grandes bloques de algunos decímetros de longitud, siempre bien orientados siguiendo la pendiente. En el fondo del valle del torrente, aguas abajo del nicho propiamente dicho, al terminar el período periglaciario, los coluviones fueron atacados por el agua, que abrió dos canales laterales, bifurcándose y deslizándose por los bordes laterales del relleno, escurriéndose por las laderas rocosas y erosionando parte de los detritos depositados; de esta forma, han quedado dos líneas de agua paralelas, separadas por una pequeña cresta (*dos d'âne*, en francés, *esquena d'ase*, en catalán) que representa aproximadamente la línea superior del relleno periglaciario. Al cabo de unos 1.150 m de descenso y unos 325 m de desnivel se unen nuevamente los dos hilos de agua, antes de la casa El Baiés, y ya no aparecen materiales de geliflucción en el interior del curso acuoso, si bien han quedado en las laderas altas de las orillas.

LOS MATERIALES DE DERRUBIO

Los derrubios de gravedad

En los canchales (*tarteres*, en catalán), tan abundantes en la parte alta, paleozoica, aparecen claramente fenómenos de gelifración de los cantos, mucho más fisurados y fracturados los de la parte inferior del canchal, ya que han sido ataca-

dos probablemente por una gelifracción más antigua y continua, mientras que en la parte alta de estas pedrizas (Les Agudes, Turó de Catiu d'Or, norte de Plana Amagada) las fisuras de los bloques, debidas a los hielos, son menos acentuadas y la descomposición del material tiene un aspecto más reciente. (No hay

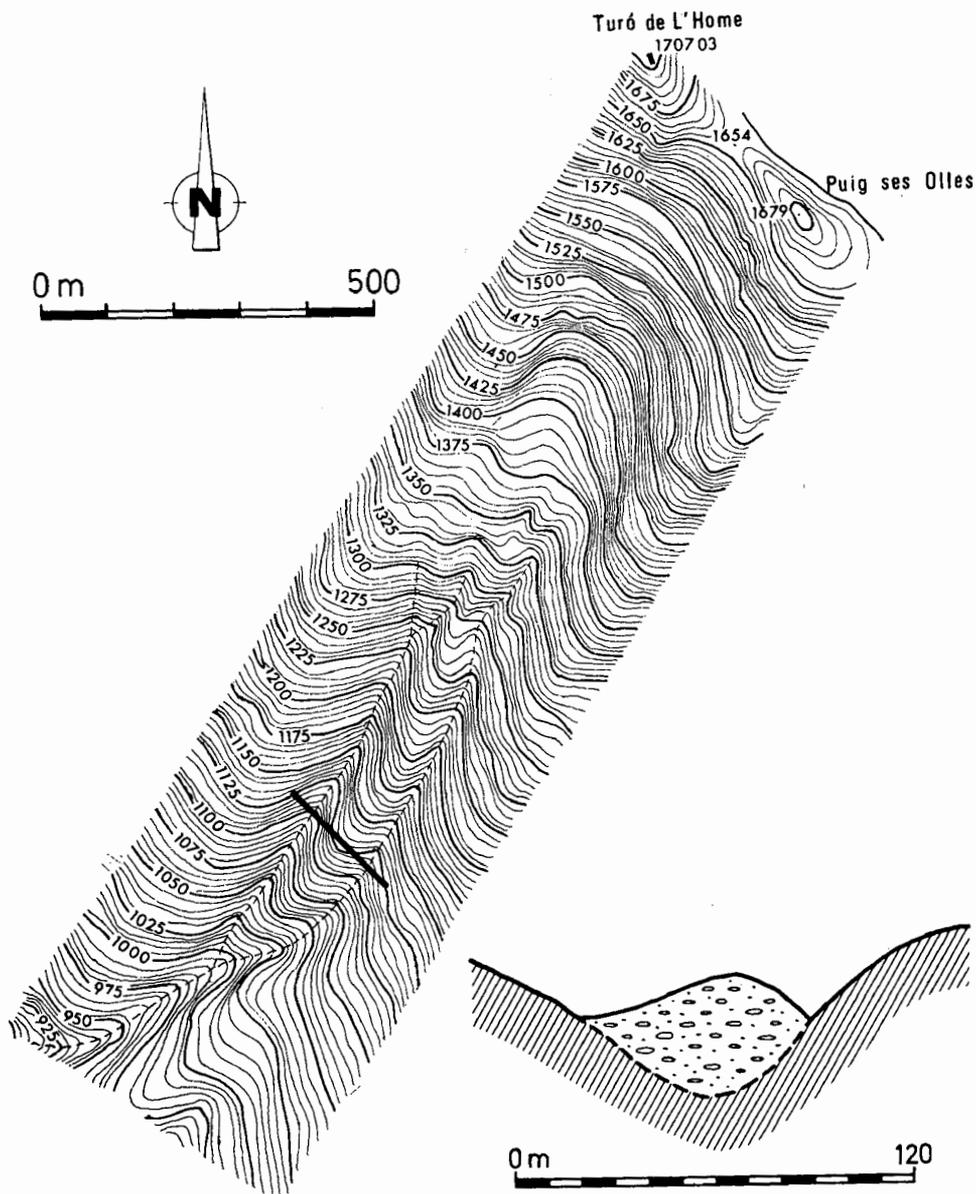


FIG. 4.— Plano del nicho o hemiciclo de nivación y colada de geliflujión, excavación de esta última en las cercanías del Turó de l'Home. Las cotas son las del mapa fotogramétrico del Patronato del Montseny.

duda que en la actualidad, con las temperaturas mínimas absolutas que se presentan en la cima y aun teniendo en cuenta los momentos en que la nieve recubre y protege el suelo, la gelifracción debe producirse necesariamente. Guillien y Lau-

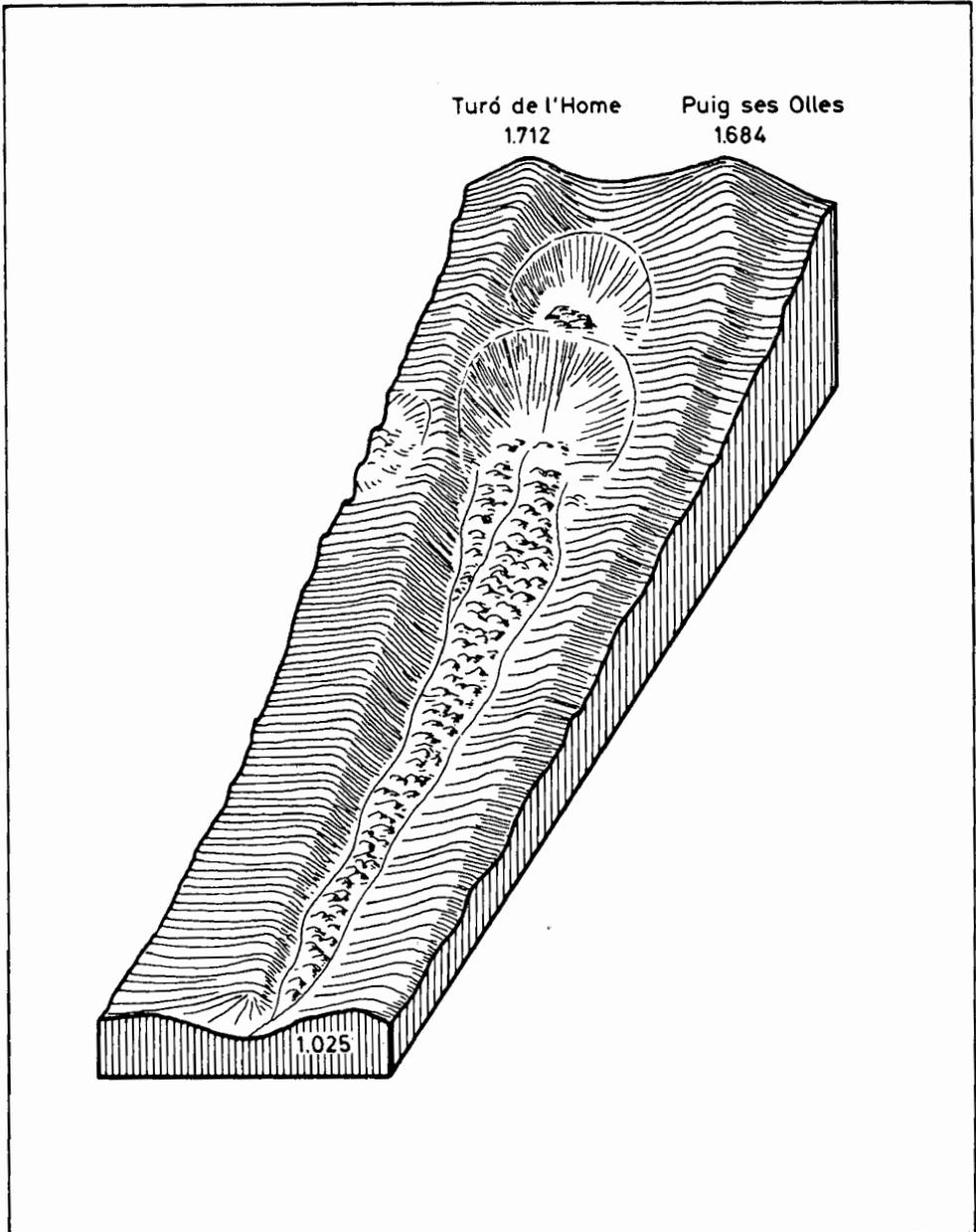


FIG. 5. — Nichos o hemiciclos de gelivación con incisiones de arranque y materiales de geliflujión en el valle en los que la erosión posterior ha excavado dos torrentes paralelos.

tridou (15) han demostrado en laboratorio mediante una serie de experiencias de hielo y deshielo diarios a -5° y luego a $+15^{\circ}$ y $+20^{\circ}$ que la fragmentación es fuerte a los 120 días.)

En estos canchales no aparece matriz terrosa ni arenosa, debido a que el agua de lluvia y la de fusión de la nieve lava sobre todo los detritos y arrastra las partículas finas situadas entre los intersticios de los bloques en posición heterogénea, transportándolas hacia la parte baja. Además, la caída de bloques de la parte alta, sobre mantos más o menos cubiertos de nieve hace que aquéllos se deslicen sobre la capa nevada, lo cual ayuda al desplazamiento pendiente abajo del canchal, incluso en la actualidad. No obstante, en algunos sectores de la parte baja de los canchales se ha formado un suelo y van siendo colonizados por la vegetación, herbácea primero, arbustiva luego y arbórea después (Valle de Sant Marçal, por debajo del Turó de l'Home a Les Agudes; umbría del Matagalls).

Los derrubios ayudados

Dentro de la extensa gama de detritos periglaciares existentes en este macizo aparecen muy difundidos varios tipos que pueden incluirse dentro del grupo que Tricart denomina «derrubios ayudados» (es decir, el arrastre ha sido facilitado por la matriz deshelada, y no sólo por la gravedad). Según la altitud, la orientación y los materiales de la roca madre, serán distintos los derrubios. Si el material paleozóico es muy pizarroso, con gran esquistosidad, como ocurre en los materiales inferiores de las vertientes de La Calma y del SO del Matagalls, los acopios de material detrítico en forma de brechas son muy abundantes, si bien en muchos casos no recubren totalmente la ladera; con preferencia, están situados en las pequeñas inflexiones cóncavas de dicha ladera, allí donde la antigua colada aparece acumulada, la cual es actualmente muy visible gracias a los cortes efectuados para la construcción reciente de caminos.

En las vertientes de las solanas, en los puntos en que aparecen estos derrubios, el espesor no es considerable: los hemos encontrado en la parte inferior del Turó de Sant Elies, a unos 950 m de altitud sobre el nivel del mar, con sólo varios decímetros de espesor; en la hondonada de Vallfornès, a unos 700 m; en Sant Salvador, en Cànoves, a 600 m; asimismo, a 1.000 m en Coll de Palestrins, Coll de Tascó y, en lugares favorables con alguna pendiente, en la penillanura de La Calma. Pero donde tienen buena potencia es en la umbría de esta penillanura, en pequeñas vallonadas, suaves, con o sin torrente cercano, en las cuales el espesor de estos detritos brechoides, sin estratificación, puede ser de 6 a 8 m. Actualmente son muy visibles en el segmento alto del camino del pueblo del Montseny a La Calma por la masía El Molar de Dalt, y principalmente potentes aguas arriba de esta casa. En los puntos en que se han concentrado aparecen brechas formadas por láminas pizarrosas, la mayoría de una longitud de unos 4 cm en su eje mayor por 2 de anchura, correlativas a alguna incisión de arranque, pero acompañadas de una matriz más o menos limosa; en una proporción del 20 %, todas las láminas están orientadas en el mismo sentido, siguiendo el de la ladera, a la que, a su vez, han regulado más o menos, quizás en un deslizamiento o arrastre en masa,

formando un manto de un ángulo de unos 25° ó 30° con la horizontal. En medio de estas láminas brechoides quedan englobadas algunas pocas lajas de pizarra paleozoica de 40 a 60 cm en su eje mayor. Toda la masa ha sido claramente arrasada por geliflujión; por el tipo de materiales, las gentes del campo la llaman *llosella*, diminutivo de *llosa* (losa). Su potencia y extensión es variable. En dichos derrubios se encuentra una proporción de un 50 % de brecha, un 20 % de matriz limosa y el 30 % restante de fragmentos milimétricos de pizarra, los cuales se unen a la matriz que engloba al material.

En la misma umbría de La Calma se encuentran otros yacimientos iguales, tampoco extendidos por toda la anchura de la ladera, y ceñidos a las partes cóncavas de ésta, como en la urbanización llamada de Can Besa y en El Samón, masías situadas en la parte oeste del Montseny. Pero estos depósitos no aparecen en el corte de los grandes torrentes abruptos, procedentes de la penillanura de La Calma, de cuyos flancos han sido arrancados por erosión fluvial posterior, con lo cual se ha acentuado su empinada pendiente.

Estos «derrubios ayudados» pizarrosos o *llosella* se encuentran también con frecuencia depositados en muchos de los antiguos y supuestos niveles de erosión, con espesores que pueden alcanzar varios metros, sobre la mayor parte de los cuales se han establecido masías y campos de cultivo; al ser estos materiales tan fragmentados y terrosos, facilitan la formación de suelo y posibilitan las labores agrícolas. Las rupturas de pendiente en las laderas producirían un remansamiento del manto coluvial, con lo cual se facilitó la acumulación de los coluviones periglaciares.

Pero no solamente aparecen en los lugares pendientes, sino también en los de poca inclinación; tal ocurre, por ejemplo, en la parte superior de la penillanura de La Calma, donde la *llosella* es abundante, aunque de poco espesor. Algo parecido pasa en los parajes culminares del Matagalls, en los restos altos, aplanados, de una penillanura primitiva y deformada, protegida actualmente por una vegetación de césped.

En cuanto al límite altitudinal inferior, alcanza los 500 m de altura frente al pueblo del Montseny, en las proximidades del río Tordera.

Mas no en todas partes aparece este tipo de materiales de pequeño calibre; por ejemplo, en la zona alta, al pie de la cresta Turó de l'Home - Collet de Santa Elena y en cotas inferiores de la ladera del Molar de Dalt, aparece otro tipo cuya matriz terrosa es más abundante, alcanza un 40 %, y los cantos de finas aristas tienen, la mayoría de ellos, de 20 a 30 cm en su eje mayor, aparte de otros menores y alguno, pocos, de mayores dimensiones. Estos derrubios de la solana de la cresta del Turó de l'Home tienen los cantos perfectamente orientados siguiendo la inclinación de la ladera que ellos mismos han regulado.

Son materiales que se extienden en mantos de geliflujión, recorren más de 2 km desde la cresta (desde 1.700 hasta 1.300 m) y alcanzan directamente la zona baja de la ladera en Les Planes de Mont Martina y Can Riera de Ciuret, a 700 m; luego, por las estribaciones de aquella cuerda montañosa principal llegan hasta los 500 m, al núcleo de La Costa del Montseny.

La diferencia litológica que presentan respecto a la *llosella* es debida, no sola-

mente a que proceden de un sector más alto, sino también a que los distintos materiales paleozoicos son menos hojosos y más homogéneos.

En la parte norte de la sierra, en la umbría, el fenómeno es parecido, pero con la diferencia de que una vez han descendido los materiales hacia los 1.100-1.200 metros, discurren ya sobre el granito, con lo cual la geliflujión es más fácilmente identificable. Estos mantos de geliflujión se distinguen perfectamente al norte del Matagalls, con grandes cantos pizarrosos, de mucha matriz, que recorren casi 2 km, la mayor parte de ellos por encima de los granitos de la parte más baja de la ladera. Descienden primero por una pendiente de unos 40° para terminar alrededor de los 25° y alcanzar las cercanías de las masías L'Aremany y Puigdot, en Viladrau, a 760 m de altitud.

En la zona Les Agudes - Turó de l'Home - Santa Fe, o sea, la parte norte del sector oriental del macizo cuyo nivel de base local se encuentra en el aplanado valle de Santa Fe, el manto de geliflujión procedente de esa cresta alcanza el valle, aunque siguen las manifestaciones más al norte, en las estribaciones, cuyas crestas tienen 1.300 m en el Turó de Morou, 1.200 m en el de Massaners, y 1.100 m en el Turó de l'Areny. Separados por el surco de Santa Fe, son centros de dispersión de coluviones periglaciares, de incisiones de arranque (umbría del Morou, solana del Turó de Massaners) y hasta de un pequeño nicho de nivación en la solana del Morou. En la solana del Turó de Massaners y en las proximidades de la casa El Bimaners, hay verdaderas coladas de piedras de algunos hectómetros de longitud. Algo más al norte, al noreste de Les Agudes, los materiales graníticos de geliflujión procedentes de pequeñas incisiones locales sobre los 1.000 m de altitud, llegan hasta los 900 m en el camino de El Campàs, y a los 740 m por el camino de El Vilar de Arbúcies. En la misma vertiente, al N de Sant Marçal aparece a los 800 m cerca de la Casa Nova d'en Vila, todas en el término municipal de Arbúcies.

Si examinamos la importancia de estos arrastres de geliflujión vemos las diferencias según la orientación, pendiente y altura de las fuentes originales de arranque. En la zona más alta, con el clima más frío que le corresponde y el alto respaldo montañoso, se produce una mayor abundancia de derrubios ayudados, con lo que los mantos de geliflujión son más extensos y recubren mejor las laderas, y a su vez han sido arrastrados por los recientes cursos de agua.

La coloración de los materiales de soliflujión

Hay algunos problemas en cuanto a la coloración de los materiales que forman la matriz. Referida al paleozoico, donde domina el color grisáceo de la roca madre, podemos observar una coloración más oscura en la parte alta, acorde con el suelo de tipo *ranker*.

Más abajo, el color de los materiales de soliflujión es aproximadamente similar al de la roca madre, y cuando, en La Calma, aparece la arenisca roja triásica, concuerda aproximadamente con este mismo color.

Pero en las partes bajas de los mantos coluviales, sobre el paleozoico, el color es más rojizo, tanto en la matriz como en los cantos que le acompañan. Esto es

muy visible en la parte baja de la vertiente meridional del Matagalls, en las masías de Coll de Bosc, L'Isern y la Ginesta, en la parte inferior del paraje del Hotel Sant Bernat y en la zona más baja del Turó de l'Home (masías de La Trahuna, Can Dansa, Can Rovira Nou y la aldea de La Costa del Montseny), donde está muy desarrollado hasta cerca de la casa El Vilar, y es muy visible en las trincheras de la carretera.

Las explicaciones al fenómeno de la coloración de estos coluviones han sido muy diversas. Desde luego, a pesar del cambio de color del material, se observa claramente que el manto es continuo desde la parte alta y prosigue, por tanto, sin interrupción. Algún geólogo consultado ha opinado que no podía ser de origen periglaciario, puesto que el color rojo correspondería a una fase climática más cálida y por ello no hay posibilidad de aquella génesis. Ante la consulta efectuada sobre el terreno al doctor Jean Tricart, de Estrasburgo, éste indicó que, a simple vista, podía tratarse de un material retomado (*remanié*), pero periglaciario, sin duda. El hecho de que en ciertos puntos el paleozoico aparezca coloreado ha inducido al autor y a otros geógrafos consultados a creer que tenía una relación con el tipo de roca paleozoica, cuya descomposición daría un tinte rojizo. Finalmente, consultado sobre el terreno el geógrafo y edafólogo Jacques Hübschman, profesor de la universidad de Toulouse, opinó que se trataba de una rubefacción en relación con hechos de hidratación local que habrían tenido lugar después de constituido el depósito.

Entre todas estas opiniones, el que suscribe cree aceptable esta última hipótesis, por los cambios laterales y altitudinales en que el fenómeno se produce. Por otra parte, el autor ha podido comprobar fenómeno parecido en las montañas de Andorra incluso a 1.500 m de altitud. Sin embargo, no hay duda que el caso queda sujeto a estudios más concretos y especializados.

Disimetría de las laderas de los valles

Por las causas climáticas y estructurales ya anteriormente explicadas, resulta una fuerte disimetría de las laderas de la solana y de la umbría, consecuencia de la orientación general del macizo. En todos los sectores, esta disimetría es clara, tanto por el tipo de erosión, más intenso en la umbría, como por el buzamiento de los estratos, que aquí son atacados en contrapendiente. Así, resulta que la mayor suavidad del relieve aparece en la solana a favor del buzamiento, lo cual no coincide con lo hallado por otros autores en diferentes climas. A lo largo de todas las crestas montañosas y altas estribaciones del Montseny encontramos lo mismo; aparece también en la Riera del Teix, afluente del alto Tordera que desemboca en Els Esqueis de Bovilar; en la Riera de la Castanya y en la Riera de Collformic, que confluyen y van a parar inmediatamente al río Tordera.

Vertientes reguladas («versants réglés») o regularizadas

Estos mantos o coladas de geliflujión no siempre han recubierto toda la ladera, sino que, particularmente en los lugares menos altos, se han extendido por

las ondulaciones cóncavas periglaciares de la pendiente montañosa. Por tanto, llamamos laderas reguladas o uniformizadas en la zona más alta, por encima de los 1.000 m, pero no en la solana. En la vertiente meridional Turó de l'Home-Collet de Santa Elena, que ya se ha indicado como uno de los principales sectores de gelifluxión, las laderas son regularizadas, más que propiamente reguladas, es decir, no uniformizadas.

Por el contrario, en algunas de las laderas umbrías orientadas al norte es frecuente la regulación completa, como puede verse fácilmente al pie del Coll de Plana Amagada y Coll de l'Aire, en el macizo del Turó de l'Home, que descienden por el norte hasta la carretera de Santa Fe a Sant Marçal, arrastrando los detritos paleozoicos de la cresta y depositados luego sobre los granitos de la parte baja. Se trata de un perfil de ladera recto por completo.

En las laderas septentrionales del Matagalls, los mantos de gelifluxión que regulan las laderas han sido recortados por los cursos de agua posteriores. La pendiente de las laderas va disminuyendo a medida que descienden, de forma que su perfil es ligeramente elíptico, como antes hemos indicado.

Edad de los depósitos periglaciares

Al término de esta nota convendría trazar un esquema de los períodos en que estos fenómenos se han desarrollado. Si no es mediante el estudio ulterior de los depósitos aluviales de la parte baja, que tal vez puedan dar indicios de la repercusión de las épocas glaciares pirenaicas en este macizo mediterráneo, no tenemos ninguna prueba concreta por los materiales o las formas encontrados.

No aparece ninguna superposición de derrubios de distintos períodos con alguna estratificación intercalada que permitiera suponer alguna época de temperaturas más benignas. La distinta coloración de coluviones en algunos puntos ya hemos visto que no es razón suficiente para dar pie a la suposición razonada de diferentes períodos, puesto que aparecen a veces unos al lado de otros o yuxtapuestos, y en ocasiones esta coloración más rojiza se halla en la roca *in situ*, en trance actual de coloración, como se ha indicado en el epígrafe correspondiente.

En general, los autores glacialistas están de acuerdo en que en el Pirineo la glaciación Riss fue más acentuada que la Würm, si bien con un lapso intermedio que tampoco ha dejado señales claras en los valles.

No hay duda de que estos coluviones de gelifluxión fueron coetáneos de la glaciación pirenaica. Lo más lógico es que, por lo menos, se desarrollasen durante el período Würm. Pero si parece obvio admitir esto, no existen argumentos para no admitir que hubiesen podido extenderse asimismo durante el Riss, si es que efectivamente los fríos hubiesen sido más intensos, largos y húmedos que en el período sucesivo.

Lo evidente es que en el examen de tantas masas de coluviones no ha aparecido una clara diferenciación que nos permitiese pensar en más de un período periglacial. La cuestión queda abierta hasta que otros datos vengan en ayuda de los que aquí se han señalado.

Los conos de deyección

No faltan conos de deyección, no solamente en la parte baja de los valles, sino también a mitad de las laderas, cerca de los torrentes actuales, que deben corresponder a momentos diferentes de la historia geológica. Así interpretamos el que aparece en la casa Les Illes, aguas abajo de Sant Marçal, recubriendo unos depósitos anteriores periglaciares. Pero los hay mucho más antiguos, como los existentes en la carretera de Santa Fe, (km 12) a una altitud de 750 m, recientemente desmontados para evitar los frecuentes desprendimientos; parece tratarse de una *Blokformation* de los autores alemanes, pero es anterior a las formaciones periglaciares que aquí se estudian.

No siempre es fácil determinar los tipos de depósitos, y menos cuando, como en este caso, las laderas se hallan recubiertas de vegetación. Además, la historia geológica de una montaña tan antigua es complicada. Almera denominaba pospliocenos, en su mapa de 1915 (1), a unos depósitos probablemente pliocenos y los calificaba, a todas luces equivocadamente, como depósitos de glaciación.

Algunas de las calificaciones de «glaciaico» en su mapa de la Región Quinta, «Montseny, Vallès y Litoral» (1) y otras, las calificamos hoy como periglaciares, y su génesis es distinta a la que el sabio canónigo suponía, suposición no descabellada para su tiempo.

Los fenómenos periglaciares actuales

No aparecen fenómenos actuales activos, a pesar del frío existente, tal como se ha indicado en los antecedentes climáticos. La vegetación que cubre el suelo, en plena biostasia, impide que se produzcan movimientos de materiales; por otra parte, en los momentos más fríos es frecuente que la nieve proteja el suelo. Solamente podemos encontrar ejemplos de gelifracción en los canchales o (*tarteres*), pero sin movimiento aparente, ni coladas de bloques, ni enlosados nivales. Terracitas (o caminos de vaca) se pueden ver en determinados puntos, como en las cercanías del Turó de l'Home. Pero en algunos canchales la vegetación arbórea tiende a progresar, ocupando parcialmente el terreno e impidiendo, por tanto, todo posible movimiento. No obstante, en algunas zonas rocosas (Les Agudes, alta umbria de Matagalls) no puede formarse un manto de suelo porque, después de la fusión de la nieve, las lluvias arrastran las partículas debido a la fuerte pendiente.

Por el contrario, en algunos otros lugares la vegetación tiende a decrecer cuando las coluviones son de menos espesor. Tal sucede en las laderas meridionales del Matagalls, frente al Pla de la Barraca, hacia Pla Vaquer y Pla del Vent (mapa Alpina), entre los 1.200 ó 1.400 m, donde la vegetación está desapareciendo en algunos parajes, recubiertos de brecina (*Calluna vulgaris*) y enebros (*Juniperus communis*), aunque se conservan perfectamente las formaciones de helechos (*Pteridium aquilinum*) en los suelos mejores y más espesos.

Observados estos efectos, no se nota la existencia previa de mayores acumulaciones de nieve en forma de ventisqueros (*congestes*), con el consiguiente retraso vegetativo que provoca, como se ha comprobado en otros macizos; este desmante-

lamamiento vegetal desarma el terreno frente a la erosión de las lluvias después de la fusión de las nieves, como ha señalado Soutadé en distintos puntos.

Un desmantelamiento vegetal parecido al de las laderas meridionales del Matagalls no se encuentra en otras partes, por lo menos con la misma intensidad. Sin embargo, falta conocer las causas que lo producen, lo cual no es fácil, ya que ese desmantelamiento se presenta en forma de manchas sueltas que no siempre tienen la misma orientación, en la ladera y a veces en sentido transversal, con lo que esa orientación no desempeña ningún papel. Lo cierto es que la tendencia a la denudación en áreas concretas de este sector, con la consiguiente pérdida de suelos y plantas y arranque de guijarros, es cosa corriente al lado de la buena conservación en aquellos espacios en que los helechos se mantienen muy tupidos.

No obstante, este fenómeno no es corriente en otros sectores en parecidas condiciones de relieve y de suelo. En altitudes menores, en esta orientación meridional, el encinar recubre el territorio y el fenómeno de erosión tiene que ser distinto.

CONCLUSIONES

El estudio de los fenómenos periglaciares en España es bastante reciente y no se había abordado todavía fuera de las altas cordilleras. Se pasa revista a los principales estudios o referencias de esta especialidad efectuados, con la bibliografía correspondiente. Sin embargo, se demuestra que en las montañas medias mediterráneas, como el Montseny, el fenómeno ha tenido importancia, por lo menos durante otros períodos climáticos. Los datos climáticos actuales que se indican permiten suponer lo que debió acontecer durante los tiempos glaciares, aunque aquí no llegó a formarse ninguna lengua glaciaria, debido a la poca altura (1.700 m).

La geliflujión con «derrubios ayudados» ocupa buena parte de las laderas, si bien es de menor importancia que en el paleozoico pirenaico, y el límite inferior alcanzó hasta altitudes de 500 m en el pueblo del Montseny y alrededor de 800 m en Viladrau y Arbúcies, siguiendo las características de la litología, la orientación de la montaña y la altura del respaldo montañoso. Los fenómenos periglaciares detectados han sido nichos de nivación, incisiones de arranque, mantos de geliflujión con derrubios ordenados «ayudados», laderas reguladas y regularizadas y colada de piedras sobre rocas intrusivas.

El régimen de biostasia que tiene el macizo en la actualidad, con vegetación hasta las cumbres, no permite la función actual periglaciaria, a no ser la geliflujión en algunos puntos culminares abruptos.

Estos depósitos periglaciares se han revelado como muy importantes para el establecimiento de una tupida vegetación, o para el asentamiento del hombre y el aprovechamiento agrícola.

Bibliografía

- (1) ALMERA, J., y BROSSA, E.: *Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona. Región Quinta o del Montseny, Vallés y Litoral* (Geología, por el doctor J. Almera; Topografía, por E. Brossa), Barcelona, 1914 (1 hoja).

- ALMERA, J., y BROSSA, E.: *Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona. Región Cuarta o del río Tordera*, 2.ª edición, escala 1:40.000 (1 hoja). Diputación Provincial de Barcelona, Barcelona, 1915.
- (2) BARBAZA, I.: *Morphologie des secteurs rocheux du littoral catalan septentrional*, Centre National de la Recherche Scientifique, 152 págs., 15 lám. y 1 mapa, París, 1971.
- (3) BARRÈRE, P.: *Relief préglaciaire et formes glaciaires du Haut Aragon*, «Revue Géographique des Pyrénées et du SO.», vol. XXII, Toulouse, 1951.
- BARRÈRE, P.: *Evolution mécanique et nivation sur les calcaires de la haute montagne pyrénéenne*, «Pirineos», n.º 24, págs. 201-213, Zaragoza, 1952.
- (4) BARRÈRE, P.: *Notes relatives à l'évolution post-glaciaire des versants dans les Pyrénées Centrales Franco-espagnoles*, Union Géographique Internationale, «Premier rapport de la Commission pour l'étude des versants», págs. 142-148, Amsterdam, 1956.
- (5) BIROT, P., y SOLÉ SABARÍS, L.: *Recherches morphologiques dans le NW de la Péninsule Ibérique*, Publ. Instituto Geológico de la Universidad de Barcelona, n.º 211, 61 págs., Barcelona, 1954.
- (6) BOYE, M.: *Gélivation et cryoturbation dans le massif du Mont Perdu*, «Pirineos», n.º 23, págs. 5-25, Zaragoza, 1952.
- (7) BUTZER, K. W.: *Pleistocene cold-climate phenomena of the Island of Mallorca*, «Zeitschrift Geomorphologie», n.º 9, págs. 7-31, 1964.
- (8) CENTRE DE GEOMORPHOLOGIE DE CAEN: *Recherches de gélifraction expérimentale du Centre de Géomorphologie. Conclusions générales*, Boletín n.º 10, mayo, 1971, 8 págs., Caen.
- (9) FONTBOTÉ, J. M., y RIBA, O.: *Observaciones sobre la morfología y los fenómenos periglaciares cuaternarios y actuales de los altos valles del Ter y del Freser (Pirineo catalán)*, en I.N.Q.U.A., Resúmenes de Comunicaciones, pág. 56, Madrid-Barcelona.
- (10) FRANZLE, O.: *Glaziale und periglaziale Formbildung im Ostlichen Kastilischen Scheidegebirge (Zentralspanien)*, Bonn, 1959.
- (11) GARCÍA SÁINZ, L.: *Las fases epiglaciares del Pirineo español*, «Estudios Geográficos», n.º 3, págs. 209-268, Madrid, 1941.
- (12) GARCÍA SÁINZ, L.: *The difference between Iberian soils of periglacial and epiglacial formation*, «Résumé des Communications», pág. 66, 1957.
- (13) GARCÍA SÁINZ, L.: *The influence of local or zonal Paleoclimatology in Iberian soil of periglacial formation*, obra citada, pág. 63, 1957.
- (14) GUILCHER, A.: *La plage ancienne de la Franca (Asturias)*, C.R.R. Acad. des Sciences, t. 241, pág. 1605, París, 1955. *La plage ancienne de Castro-Urdiales et son intérêt morphologique*, «No rois» 19, págs. 365-367.
- (15) GUILLIEN, I., y LAUTRIDOU, J. P.: *Recherches de gélifraction expérimentale du Centre de Géomorphologie, I Calcaires des Charentes*, Centre National de la Recherche Scientifique, Centre de Géomorphologie de Caen, Boletín n.º 5, febrero de 1970, 45 págs. y 4 lám. (además, otras publicaciones para otras rocas).
- (16) HAMELIN, L. E.: *Matériaux de géomorphologie périglaciaire dans l'Espagne du Nord*, «Revue Géographique des Pyrénées et du SO.», págs. 241-256, Toulouse, 1958.
- (17) HAMELIN, L. E., y COOK, A.: *Le périglaciaire par l'image*, 237 págs., Quebec, 1967.
- (18) HAZÉRA, J.: *Contribution de la morphologie à un essai de chronologie relative du Quaternaire aux confins Biscaye-Burgos*, I.N.Q.U.A., «Resúmenes de Comunicaciones», págs. 76-77, Madrid-Barcelona, 1970.
- (19) HAZERA, J.: *La région de Bilbao et son arrière pays. Étude géomorphologique*, en «Munibe», Soc. de Ciencias Naturales Aranzadi, 358 págs. más 17 lám., San Sebastián, 1968.
- (20) HEMPEL, L.: *Zum geomorphologischen Höhenstufung der Sierra Nevada*, «Erdkunde», XII, págs. 270-277, 1958. (Límites geomorfológicos altitudinales en Sierra Nevada, «Estudios Geográficos», n.º 78, págs. 81-92, Madrid, 1968.)
- (21) HERNÁNDEZ PACHECO, E.; LLOPIS, N.; JORDÁ MARTÍNEZ, F.: *Livret-Guide de l'Excursion N.º 2. Le quaternaire de la région cantabrique*, I.N.Q.U.A., V Congrès International, Oviedo, 1957.
- (22) HÖLLERMAN, P. W.: *Zur Verbreitung rezenter Periglacialer Kleinformen in den Pyrenäen und Ostalpen*, 198 págs. más 41 lám., Gotinga, 1967.
- (23) IMPERATORI, L.: En «Estudios Geológicos», n.º 26, págs. 139-143, Madrid, 1955.
- (24) I.N.Q.U.A., V CONGRÈS INTERNATIONAL: *Livret-Guide de l'Excursion N.º 1 Pyrénées*, págs. 57-59 y 65-70, 107 págs., Barcelona, 1957.
- (25) I.N.Q.U.A., V CONGRÈS INTERNATIONAL: *Résumés des communications*, 213 págs., Barcelona, 1957.
- (26) I.N.Q.U.A., V CONGRÈS INTERNATIONAL: *Livret-Guide de l'excursion N.º 2. Le quaternaire de la Région Cantabrique*, Diputación Provincial de Asturias, Oviedo, 1957.

- (27) LLOBET, S.: *El medio y la vida en Andorra*, 347 págs., Barcelona, 1947.
- (28) LLOBET, S.: *El medio y la vida en el Montseny*, C.S.I.C., 518 págs., más un mapa, Barcelona, 1947.
- (29) LLOPIS LLADÓ, N.: *Contribución al conocimiento de la Morfoestructura de los Catalánides*, C.S.I.C., 372 págs. más cuatro mapas geológicos, Barcelona, 1947.
- (30) LLOPIS LLADÓ, N.: *Los depósitos de la costa cantábrica entre los cabos Busto y Vidio*, «Speleon», VI, págs. 333-347, Oviedo, 1956.
- (31) LLOPIS LLADÓ, N.: *Sobre la morfología de los Picos de Ancares y Miravalles*, «Las Ciencias», págs. 627-643, Madrid, 1954.
- (32) LLOPIS LLADÓ, N.; JORDÁ MARTÍNEZ, F.: *Mapa del cuaternario de Asturias*, I.N.Q.U.A., V Congreso Internacional, Diputación Provincial de Oviedo, 1957.
- (33) LLOPIS LLADÓ, N.: *Mapa geológico de Andorra. I, Tristaina-Llors. II, Rialp-Estanyó. IV, Valls d'Ordino y Arinsal. V, Encamp y Canillo. VI, Baix Valira* (escala 1:25.000), C.S.I.C., Instituto de Geología Económica, 1966-1967. (Las dos últimas hojas publicadas por la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.)
- (34) MARTÍNEZ ÁLVAREZ, J. M.: *Nota sobre el hallazgo de depósitos periglaciares en la montaña asturiana*, «Speleon», X, págs. 265-274, Oviedo, 1959.
- (35) MARTÍNEZ ÁLVAREZ, J. M.: *Datos sobre los depósitos coluvionares de las zonas oriental y costera de Asturias*, «Speleon», XII, págs. 73-83, Oviedo, 1961.
- (36) MASACHS ALAVEDRA, V., y MONTORIOL POUS, J.: *Las formas periglaciares del Port de la Bonaigua y del circo dels Erculls*, pág. 121.
- (37) MESSERLI, B.: *Beitrag zur Geomorphologie der Sierra Nevada (Andalusien)*, 178 páginas, Zurich, 1965.
- (38) MESSERLI, B.: *Die eiszeitliche und die gegenwärtige Vergletscherung im Miitelmerraum*, «Geographica Helvetica», págs. 105-128, 1967.
- (39) MONTORIOL POUS, J.: *Estudio de las formas cársticas hipogeas desarrolladas en los bordes del «poljé» de Begues (Macizo de Garraf, Barcelona)*, «Speleon», XV, págs. 3-38, Oviedo, 1964.
- (40) NONN, H.: *Étude d'une formation périglaciaire en Galice*, Bull. Soc. Géogr. Française, págs. 41-44, París, 1960.
- (41) NONN, H.: *Les régions cotières de la Galice (Étude géomorphologique)*, 591 págs., París-Estrasburgo, 1966.
- (42) SOLÉ SABARÍS, L., y LLOPIS LLADÓ, N.: *Mapa geológico de Andorra* (escala 1:50.000), Instituto de Estudios Ilerdenses (una hoja, sin memoria explicativa), 1947.
- (43) SOLÉ SABARÍS, L.: *Las rampas o glaciares de erosión de la Península Ibérica* en «Aportación Española al XX Congreso Geográfico Internacional», págs. 13-18. Reino Unido, 1964.
- (44) SOUTADÉ, G., y BAUDIÈRE, A.: *Végétation et modèles des hauts versants septentrionaux de la Sierra Nevada*, «Annales de Géographie», págs. 709-736, 1970.
- (45) TAILLEFER, F.: *Glaciaire pyrénéen, versant Nord et versant Sud*, «Rev. Géogr. des Pyrénées et du SO.», págs. 221-244, Toulouse, 1957.
- (46) TRICART, J.: *Le modelé des régions périglaciaires*, SEDES, págs. 89 y 73, 512 páginas, París, 1967.
- (47) Para seguir estas descripciones pueden utilizarse las hojas 332, 333, 364 y 365 del Mapa Topográfico Nacional y el mapa, a 1:40.000, de Editorial Alpina, titulado «El Montseny», muy rico en toponimia.

Materiaux et depots périglaciaires dans le massif du Montseny (résumé)

L'étude des phénomènes périglaciaires, en Espagne, sont assez récents et n'avaient pas encore été abordés hors des hauts massifs. On passe en revue les principales études cu références de cette spécialité effectuées, avec la bibliographie correspondante. On démontre, néanmoins, que dans les montagnes méditerranéennes, comme le Montseny, le phénomène, a eu de l'importance, tout au moins pendant d'autres périodes climatiques. Les renseignements climatiques actuels que l'on indique, permettent de supposer ce qui s'est passé pendant les temps glaciaires bien qu'ici il n'arriva à se former aucune langue glaciaire, en raison de la faible altitude (1700 m).

La gélifluxion avec des «éboulements assistés» occupent une bonne partie des pentes, mais cependant en moindre importance que dans le paléozoïque pyrénéen et la limite infé-

rieure atteint des altitudes allant jusqu'à 500 mètres dans le village de Montseny, autour de 800 mètres à Viladrau et à Arbúcies, en suivant les caractéristiques de la lithologie, l'orientation de la montagne, et la hauteur du renforcement montagneux. Les phénomènes périglaciaires détectés ont été des niches de déblaiement, des incisions d'arrachement, des filons de gélifluxion avec des éboulements ordonnés «assistés», des pentes régulières et réglées, une coulée de pierres sur des roches d'intrusion.

Le régime de biostasie qu'a le massif actuellement avec une végétation jusqu'aux sommets ne permet pas la fonction périglaciaire actuelle, la gélifraction ne se trouvant en aucun des points culminants abrupts.

Ces dépôts glaciaires se sont trouvés être très importants pour l'établissement d'une végétation épaisse et pour l'établissement de l'homme et ses cultures.

Periglacial materials and deposits in the Montseny mountains (abstract)

Studies of the periglacial phenomena in Spain are comparatively recent and have still not been applied to the smaller ranges. This phenomenon has been reviewed in the main studies and reference works made on this speciality, and has a corresponding bibliography. It has been shown, however, that in the Mediterranean mountains such as the Montseny, this phenomenon has had some importance, at least during other climatic periods. The climatic data mentioned allow us to suppose what happened during the glacial period, although no glacial tongue was formed because of the lack of altitude (1.700 m).

The fluctuation of «glacial drift» has occupied a good part of the sides, though to a lesser extent than in the Pyrenean paleozoic age, and the lower limit reached heights of some 500 metres in the town of Montseny, and about 800 in Viladrau and Arbúcies, following the characteristics of the lithology, the way in which the mountain was facing, and the height of the range. The periglacial phenomena which have been detected have been snow niches, incisions where the glacial action stopped, coats of ice with ordered drift, regulated wearing of the hillsides, and the pouring of stones on intrusive rocks.

The prevailing biostasy of the range at the moment, with vegetation up to the summits does not allow a periglacial function as the fractioning caused by freezing has not caused abrupt culmination points.

These periglacial deposits have been found to be very important for the establishment of a dense vegetation, and for the establishment of man and his cultivation.