

EL PERIGLACIARISMO DEL MONCAYO

P O R

FRANCISCO PELLICER CORELLANO

RESUMEN

El macizo del Moncayo, relieve estructural destacado respecto a la topografía nivelada circundante, presenta gran riqueza de formas periglaciares. En el presente trabajo se amplían las someras descripciones que sobre el periglaciario actual realizó BROSCHE (1971) y se describen y analizan las formaciones periglaciares cuaternarias, hasta ahora inéditas, planteando una hipótesis de evolución del conjunto.

CARACTERES GEOLÓGICOS

El macizo del Moncayo se nos presenta como un magnífico mirador, alzado en el borde meridional del Valle del Ebro. Sus cumbres se ubican en el espolón más septentrional de las sierras de la rama externa de la Ibérica en su sector central, de las que constituyen el relieve más destacado (2.315 m).

La estructura es muy simple, se trata de una bóveda anticlinal disimétrica con vergencia al NE; el flanco occidental se apoya tendido en el sinclinal adyacente de Calcena, mientras que el oriental presenta una potente falla inversa en el contacto con el valle del Ebro. El eje anticlinal, alargado de NW a SE, sigue la dirección típica de las cadenas ibéricas.

El gran bloque, levantando por los movimientos alpinos, está constituido por materiales sedimentarios y semimetamórficos, cuya edad ha promovido una larga discusión que no ha hallado todavía solución definitiva. Mientras WILLKOM (1852), DONAIRE (1873), GÓMEZ DE LLARENA (1917) y RICHTER (1956) atribuyen a estas capas una edad triásica (Bunt), PALACIOS (1916, 1917), NAVAS (1931) y BATALLER y LARRAGAN (1955) creen que estos materiales son carboníferos. La hipótesis más reciente, defendida por RIBA (1971), parece inclinarse con un pérmico o permotriás.

La serie permotriásica se inicia con una base de conglomerados silíceos, en clara discordancia sobre los materiales paleozoicos infrayacentes. Ascen-

diendo en la serie, alternan argilitas y areniscas, con mayor proporción de estas últimas.

La erosión subaérea ha dejado al descubierto el núcleo paleozóico del anticlinal, constituido por pizarras, areniscas y cuarcitas, fuertemente inclinadas hacia el NE. También la edad de estos terrenos ha sido discutida, datándose como cámbrico o silúrico según los autores.

CARACTERES GEOMORFOLÓGICOS

Llama poderosamente la atención el aislamiento y el poderoso resalte de este macizo sobre las topografías circundantes. Gracias a su gran volumen estructural ha podido mantener su elevación y estructura prácticamente intacta hasta nuestros días. La erosión ha mordido la casa NE y ha abierto una ventana tectónica hasta descubrir el núcleo paleozóico, pero no ha llegado a desembarazarlo de la potente cobertera permotriásica, como lo hizo en los ejes próximos de Tablado y Tabuena. Es, pues, un relieve residual respecto a las superficies de erosión que nivelan las estructuras por el Norte y por el Oeste en torno a los 1 000 mts, y respecto al relleno terciario que colmó la depresión del Ebro, cuyas cotas más altas superan escasamente los 900 mts. (Valdeserrano, término municipal de Trasobares 920 mts.). El Moncayo no fue pues afectado ni por los ciclos de erosión ni por las fases de relleno. El retoque cuaternario se ha limitado a la excavación de tres circos glaciares y a la regularización de las vertientes por el periglariarismo.

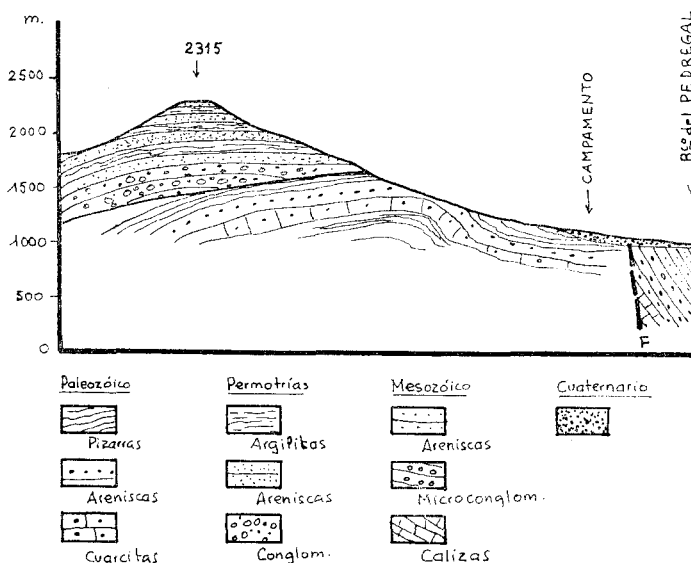


FIG. 1. — Corte geológico del Moncayo. (Elaboración propia en base a la publicación del M. O. P.U.: Corredor del Ebro. Tramo: Fitero-Ainzón. Estudio previo de Terrenos (1977))

Los glaciares de Morca, San Gaudioso y el Cucharón se localizaron en las cabeceras de los barrancos periglaciares que designamos con los mismos nombres. Fueron aparatos simples, de mediocre alimentación nival, que no llegaron a emitir lengua. Se componían de una forma única, sin que se pueda distinguir en su topografía rocosa, las zonas de alimentación y ablación. Según la terminología de TRICART y CAILLEUX (1967) podemos definirlos como "glaciares sin lengua", identificables por su posición topográfica como "glaciares de circo".

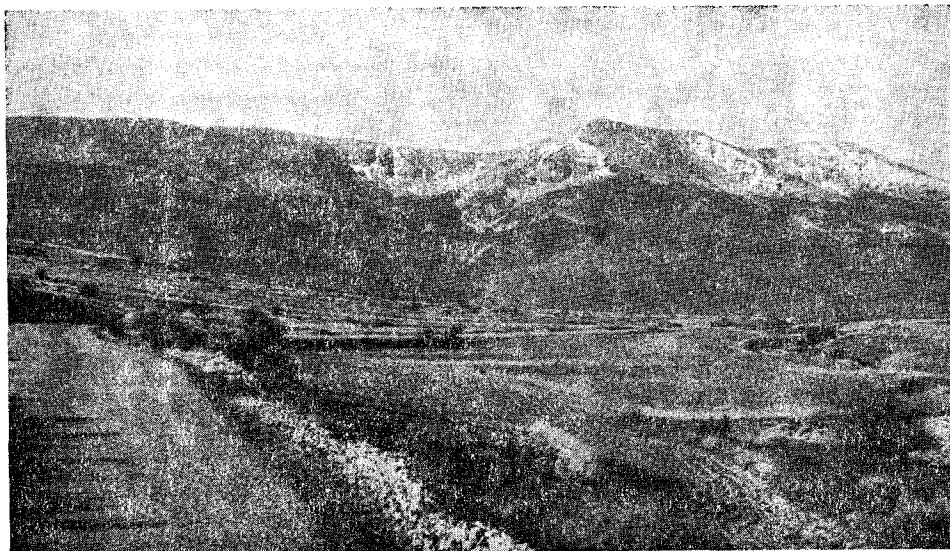


LÁMINA I. — El Moncayo visto desde el nivel superior de piedemonte, en la carretera de Veruela a Agramonte.

II. FACTORES DEL MODELADO PERIGLACIAR DEL MONCAYO

En el periglaciario del Moncayo intervienen una serie de factores que, en su interrelación, generan unas especiales condiciones que se traducen en las múltiples variantes del modelado periglaciario. Entre los principales factores destacamos los siguientes:

A) EL CLIMA ACTUAL

Su estudio nos sirve de base para el análisis de las formaciones periglaciares funcionales en nuestros días, y además, nos servirá de pauta para tratar de aproximarnos al conocimiento de la climatología cuaternaria.

Del clima del área montañosa, no poseemos absolutamente ningún dato cuantificable, por ello vamos a iniciar este apartado con el estudio de la cli-

matología del piedemonte para luego deducir, extrapolando datos, las condiciones climáticas de las altas cumbres.

1) *El clima actual en el piedemonte*

GARCÍA MANRIQUE (1960) en el estudio regional de las comarcas de Borja y Tarazona, dedica un capítulo a la climatología de la región¹ que va a servirnos de guía en este apartado. Aunque los datos que nos ofrece son aislados y poco actuales, van a darnos una orientación sobre cuáles son y de qué forma actúan los principales agentes climáticos.

Muy próximas al área de nuestro estudio se encuentran las estaciones de Veruela (651 m.) y Agramonte (1.100 m.) que cuentan con series de datos cortos y discontinuos. Hacemos un breve resumen.

— Temperaturas. Las medidas anuales de las estaciones son las siguientes:

Agramonte	9,8°
Veruela	12,2°

Medias mensuales:

	E	F	M	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
Agramonte	1,5	3,8	5,0	8,5	10,6	16,0	18,7	17,5	15,4	10,4	5,7	3,9
Veruela	3,5	5,2	8,8	10,0	14,3	17,6	20,3	20,0	17,0	12,0	9,0	6,0

Sin embargo, estas medias no coinciden mucho con las temperaturas diarias. Los cambios bruscos son frecuentes de un día a otro y las medias anuales son muy distintas según los años.

El viento es un elemento fundamental en el clima regional. La atracción que ejerce la depresión del Mediterráneo occidental provoca durante gran parte del año, pero sobre todo en primavera y otoño, un viento frío y seco, el "cierzo" o viento del NW. Su velocidad se mantiene en general entre los 10 a 20 m. por segundo. El cierzo impide la formación de nieblas y no es abundante rocío y la escarcha.

Las precipitaciones ofrecen una diferencia notable entre las dos estaciones, relativamente próximas:

Agramonte	810 mm.
Veruela	446 mm.

¹ GARCÍA MANRIQUE, E. (1960): *Las comarcas de Borja y Tarazona y el Somontano del Moncayo*. C. S. I. C., pp. 37-47.

La altura y el relieve provocan más abundantes precipitaciones en el sector montañoso. Se manifiesta claramente en el incremento recibido en Agramonte, al pie del macizo.

Régimen estacional (% del total anual)

	<i>Invierno</i>	<i>Primavera</i>	<i>Verano</i>	<i>Otoño</i>
Agramonte	31,5	30,6	17	20,5
Veruela	20,0	34,2	25	20,8

En Agramonte las precipitaciones presentan un máximo en invierno, mientras que en Veruela son en primavera.

Como resumen, podemos considerar el clima actual del piedemonte como un clima mediterráneo con un verano seco, de acusada continentalidad, pero matizado por un clima de montaña más húmedo y fresco. La topografía elevada aísla de las nieblas del fondo del valle del Ebro y a medida que ascendemos incrementan las precipitaciones y disminuyen las temperaturas.

Desde el punto de vista geomorfológico la eficacia de este clima es poco importante. Las aguas no tienen capacidad de erosión y las vertientes permanecen inalterables. Solamente donde el factor antrópico ha alterado el equilibrio, aparece un incipiente badlands.

2) *El clima actual en el sector montañoso*

La ausencia de datos en la montaña es absoluta. Para su conocimiento aproximativo, nos hemos basado en métodos indirectos:

- Extrapolación de datos.
- La vegetación.

—Extrapolación de datos. En primer lugar, calculamos el nivel teórico de las nieves permanentes en la actualidad. Se estima que en nuestras latitudes, el nivel actual se halla unos 1.200 m. por encima del nivel cuaternario. Relacionando las temperaturas y la altura de las estaciones de Veruela (650 m.) y Agramonte (1.100 m.), hemos obtenido un gradiente de enfriamiento de 0'51° cada 100 m.; dicho gradiente coincide con el gradiente standard de estas latitudes. De los datos obtenidos, se puede deducir hipotéticamente que:

- La media anual de la cumbre del Moncayo oscila en torno a los 3,5°.
- La isoterma anual de los 0° se halla 700 m. más arriba de la cota máxima del Moncayo. Es decir, a 3.000 m. El nivel de nieves permanentes se situaría algo más alto, debido a las especiales condiciones del Moncayo (aislamiento, insolación, viento...).

Idéntica operación realizamos respecto a las precipitaciones. Relacionando el incremento de precipitaciones con la altura de las dos estaciones, obtenemos un gradiente de 80 mm./100 m. anuales. Siguiendo esta fórmula, calculamos que las precipitaciones en el área de cumbres están próximas a los 1.500 mm. más o menos.

Es evidente que estos datos carecen de exactitud y son solo aproximaciones, pero nos ayudan a esbozar el marco climático de las cotas altas de la montaña.

—Otro indicador indirecto del clima es la vegetación. CAL, R. y MONTSERRAT, P., en un trabajo inédito, resumido por GARCÍA MANRIQUE², establecen cuatro pisos en el Moncayo:

- Piso basal mediterráneo, caracterizado por encinares y carrascales, y que corresponde al piedemonte.

- Piso montano inferior, ocupado por el roble. En el nivel inferior es el "Quercus Pyrenaica", una especie mesoxerófila, que precisa una precipitación media superior a 600 mm. Las temperaturas medias de enero están comprendidas en su área entre -5° y $+7^{\circ}$ y las de agosto entre 12° y 22° . Es propio de un clima submediterráneo, y no sobrepasa los 1.400 m. de altitud. Avanzando en altura se hace más exclusivo el dominio del "Quercus petraea" que es el verdadero piso montano del Moncayo. Exige más de 600 mm. al año, de ellos 150 mm. en verano. Las temperaturas medias de enero en su área oscilan entre -3° y $+7^{\circ}$ y las de julio-agosto entre 15° y 25° . Ocupan áreas más altas que el anterior. Sustituye al haya en las áreas de menos humedad. (Exposiciones al SE).

- Piso montano superior. Ocupado por hayas en regresión entre los 1.400-1.300 m. y los 1.800 m., con orientación preferente al N. Las hayas del Moncayo constituyen uno de los últimos reductos meridionales de los hayedos de los macizos ibéricos septentrionales. El carácter ecológico más destacado es la necesidad de un ambiente húmedo. En general necesita más de 600 mm. al año. Durante los meses de verano 200 mm., al menos 150 mm. Pero es fácil que en el Moncayo precise más cantidad si tenemos en cuenta las condiciones desfavorables para mantener la humedad (viento). Las temperaturas mínimas invernales no pueden descender de -25° . Las medias de enero, son en general, superiores a 3° . Las medias de agosto, son inferiores a 18° , en la mayor parte de su área.

- Piso subalpino. Se puede dividir en tres pisos:

- Sualpino inferior. Con predominio de la *Erica arborea* ssp. *lusitánica* (Brezo). Requiere humedad y frescura.

- Subalpino. Entre los 1.800 y 2.100. El bosque desaparece completamente. Aumenta el *Vaccinium myrtillus* y los líquenes. Los enebros se achaparran (*Juniperus nana*).

- Subalpino alpinizado. El viento y la gran insolación impiden la flora espacial del piso alpino de los Alpes. Hay plantas almohadilladas como la "Festuca indigesta".

2 GARCÍA MANRIQUE, E. (1960). Ap. Cit., pp. 47-50.

<i>Piso</i>	<i>Altura mínima</i>	<i>Altura máxima</i>
Basal		
Montano inferior		1.400
Montano superior	1.250	1.800
Subalpino inferior	1.650	1.800
Subalpino	1.800	2.100
Subalpino alpinizado	2.100	2.315

La vegetación en el Moncayo se distribuye según una zonación altitudinal, fiel reflejo de las condiciones climáticas. De especial interés para nosotros es el límite del bosque, situado a 1.850 m., que es un indicador bastante preciso del dominio de las condiciones frías, donde las precipitaciones se darán en forma sólida en buena parte del año. Desde el punto de vista geomorfológico, nuestro interés se centra en el área ocupada por los pisos subalpino y subalpino alpinizado, donde la vegetación arbórea no puede vivir a consecuencia de las bajas temperaturas con fuertes oscilaciones térmicas, las precipitaciones de nieve que recubren el suelo durante la estación invernal, la fuerte insolación, etc. Estos factores son especialmente favorecedores de la acción del sistema morfogenético periglaciario, por lo que esta zona es susceptible de ser afectada por el periglaciario incluso en la actualidad.



LÁMINA II. — Colada de bloques que descienden de la morrena frontal del Cucharón.
(1.500 m. de altitud)

B) EL CLIMA CUATERNARIO

Adentrarse en el campo de la climatología cuaternaria es un camino largo y costoso, en el que no es difícil perderse. Los datos que poseemos son muy escasos, deducidos en su mayoría del estudio de los depósitos acumulados durante los diversos períodos; por ello, estamos obligados a mantenernos prudentes a la hora de las afirmaciones y a movernos en el terreno de las hipótesis.

El estudio de los depósitos glaciares nos da unos puntos de referencia muy interesantes para conocer la extensión de los hielos cuaternarios, así como las condiciones de su acumulación y ablación. Las formas glaciares, datadas tradicionalmente como Würm, nos permitirán, además, datar relativamente las formaciones periglaciares.

Las acumulaciones morrénicas están constituidas por material heterométrico, con predominio de grandes bloques y sin apenas matriz fina. Los bloques son ortogonales, con un índice de aplanamiento más próximo a la unidad que en las lajas de gelifracción, es decir, no tan aplanados; no se aprecian estrías o acanaladuras y las aristas están muy levemente atenuadas. Esta morfometría nos indica que los frotamientos no han podido ser muy fuertes.

La estructura del depósito es amorfa, con ausencia absoluta de clasificación de material. Los bloques no tienen una orientación muy precisa y a veces, sus ejes mayores están a la contra del sentido general de la circulación. Según los glaciólogos esta estructura es indicio de un débil flujo del hielo que no ha permitido la movilidad de los bloques.

La masa de cantos apoyada en la fuerte pendiente (30 %), se ordena en diversos conjuntos formando arcos imbricados a distintos niveles. Las morrenas frontales, conformadas por varios arcos, aparecen colgadas sobre los barrancos y nos indican el "óptimum" climático glacial en el Moncayo. A partir de ellas, los arcos en retroceso hacia el circo, testifican la reducción del volumen del hielo y la reactivación de la crioclástica, traducida en el aumento de gelifracos. Todo parece indicar que el balance alimentación-ablación fue favorable a esta última; el área desprovista de la cobertera protectora de hielo, debió aumentar y ello trajo el consiguiente incremento de la gelifracción subaérea. El volumen detrítico movilizado fue muy grande, y en alguna fase pudo llegar a recubrir la masa de hielo, según se desprende de las posiciones violentas de los bloques y la presencia de hoyos o depresiones cónicas, consecuencia de la fusión de lentejones de hielo enterrado.

No obstante, este retroceso debió sufrir oscilaciones, posiblemente originadas por el aumento de precipitaciones o el descenso de las temperaturas, que han quedado reflejadas en la topografía formando arcos más definidos a diversas alturas. Las acumulaciones que más nos interesan son los niveles más destacados y las pequeñas morrenas de név.

a) Morrenas a 1.700 m. Presentan los arcos morrénicos más externos y pertenecen al "óptium glacial".

b) Morrenas a 1.870 m. Suponen una face de retroceso, en relación con un balance alimentación-ablación deficitario.

c) Morrenas de nevé de los glaciares de Morca y el Cucharón. Corresponden a una fase muy tardía.

Con los datos que poseemos hemos calculado, siguiendo el método propuesto por OBERMAIER, el límite de las nieves permanentes durante el *optimum glacial*. Este nivel pudo situarse a 1.933 m. La corta distancia entre este punto y los 2.315 m. de la cumbre (382 m.) supuso un inconveniente para la acumulación de las precipitaciones sólidas, que difícilmente conseguían permanecer de un año para otro; pero, sin embargo, favoreció la actividad de los agentes periglaciares.

El viento del NW fue otro de los factores que contribuyeron al desarrollo masivo de las formas periglaciares. Durante el cuaternario, la potente área anticiclónica del centro de Europa, debió impulsarlo con gran fuerza y persistencia. Testigo de su intensidad son los valles disimétricos de la vertiente meridional del valle del Ebro³. El viento fue un importante agente de ablación de la nieve, por una parte barriéndola del área aplanada de cumbres y por otra incrementando la evaporación y desecando el ambiente.

En resumen, podemos concluir que, durante el cuaternario, el clima del Moncayo se caracterizó por tener unas temperaturas muy bajas que, en el momento de "*optimum glacial*", hicieron descender la isoterma de los 0° a 1.933 m.; las precipitaciones no debieron ser muy abundantes y permanecieron en estado sólido de forma permanente, tan sólo en los tres recuencos que se localizan con exposición NE; por último, el viento NW, frío y seco, debió soplar con monotonía e intensidad, destacando, dentro de la climatología regional, como factor importante.

C) LA LITOLOGÍA

Desde el punto de vista que ahora nos ocupa, conviene destacar el carácter sedimentario y algo metamórfico y el fuerte diaclasamiento del conjunto litológico del Moncayo.

Los conglomerados ofrecen una notable resistencia a la destrucción. Los mayores tamaños de los derrubios provienen de estos sedimentos silíceos. La macrogelivación aprovecha las diaclasas y desprende bloques de varias toneladas. Su fragmentación ha sido más eficaz porque la roca infrayacente, pizarras silúricas, es más géliva. A pesar de todo, los conglomerados han originado un rellano, bastante regularizado por los depósitos de vertiente, del que destacan los relieves residuales del Cucharón (1.620 m.) y Peñas Meleras (1.400).

Las areniscas grises, casi cuarcitas, con escasa porosidad favorecen también la macrogelivación. Constituyen, junto con los conglomerados en que reposan, un rellano en torno a los 1.900 m.

El carácter sedimentario y semimetamórfico de las areniscas de estructura hojosa y de las argilitas, ha favorecido la acción de la gelifracción a través de los planos de esquistosidad, sedimentación y diaclasamiento. Este efecto se ve

³ IBÁÑEZ, M. J. y MENSUA, S. (1977): *Los valles asimétricos de la orilla derecha del Ebro*. Actas de la II Reunión de Estudios Cuaternarios. Jaca.

reforzado por el desprendimiento de películas tamaño arcillas y limos que se empapan fácilmente de agua y se hinchan con el hielo.

D) EL ARRUMBAMIENTO IBÉRICO

La dirección estructural NW-SE, traducida en la topografía, actúa en el Moncayo como un factor diferencial entre sus dos vertientes. La vertiente SW o castellana está expuesta a una mayor duración de la insolación, mientras que la aragonesa, por el contrario, debido a su exposición al NE, recibe menos horas de sol. Este hecho repercute en la mayor o menor duración de la nieve en una vertiente u otra. Hemos observado en el mes de mayo que la nieve en las laderas castellanas, estaba reducida a unos manchones en el fondo de los barrancos, a una altura superior a los 2.100 m. El mismo día, en la vertiente aragonesa, la nieve, además de tener un mayor desarrollo espacial, alcanzaba, también a modo de manchones discontinuos, cotas inferiores a los 1.900 m. en las exposiciones más septentrionales.

E) SITUACIÓN DE AISLAMIENTO

El Moncayo se presenta como un relieve residual monolítico respecto a las llanuras circundantes. Este hecho que ya fue destacado por CARANDELL y GÓMEZ DE LLARENA (1918) como un factor negativo para el desarrollo de las formas glaciares, ha favorecido inversamente el periglaciario. La cobertera nivosa, desnuda de toda protección frente a la insolación y el viento, cubre o deja al descubierto alternativamente el suelo, incrementando de esta forma la acción morfogenética periglaciaria.

III. EL MODELADO PERIGLACIARIO

A. INTRODUCCIÓN

El periglaciario del Moncayo no es muy conocido a pesar de la abundancia de formas debidas a este modelado. Solamente hemos encontrado alguna somera referencia en el trabajo que MARTÍNEZ DE PISÓN y ARENILLAS PARRA (1977)⁴ dedican a la morfología glaciar del Moncayo y una breve descripción de las formaciones actuales por encima de los 2.000 m., estudiadas por BROSCHE (1971)⁵.

4 MARTÍNEZ DE PISÓN, E. y ARENILLAS PARRA, M. (1977): *La morfología glaciar del Moncayo*. Tecniterrae, junio-julio, pág. 6.

5 BROSCHE, U. (1971): *Beobachtungen an recenten Periglacialerscheinungen*. Die Erde, Heft. 1., pp. 46-52.

Los procesos morfogenéticos periglaciares han desbastado los resaltes rocosos de las vertientes, aumentando de esta forma la sensación masiva del relieve senil del macizo. Las vertientes regularizadas tienen una pendiente en torno a los 30-33°. Los únicos desniveles bruscos existentes son debidos a pequeños relieves residuales y al excavado glaciario de los circos.

El periglaciario anterior, sincrónico o posterior al glaciario, ha afectado a una extensa área que ocupa desde las cumbres más altas hasta el piedemonte. En este capítulo, vamos a centrar nuestro interés en el sector montañoso; en él distinguiremos las formas heredadas del cuaternario y seguidamente trataremos de las formas debidas a la dinámica actual. En el área de piedemonte, entre los 1.000 y los 700 m., se observan formas atípicas en el modelado de las vertientes cuya génesis parece ligada al periglaciario en los momentos de máxima extensión.

B. PERIGLACIARISMO CUATERNARIO

En la vertiente NW, entre los 1.000 y 1.850 m., las acumulaciones periglaciares revisten las vertientes de tal forma que el sustrato aflora tan sólo puntualmente, formando relieves residuales fuertemente diaclasados. Estos bruscos resaltes han sido esculpidos en los conglomerados del nivel inferior del Permotriás, que, como ya vimos en el capítulo anterior, ofrecen una mayor resistencia a la gelifración que el resto de los materiales (Peñas Meletras, Cucharón, vertiente meridional del barranco de Morca). Otras veces, son areniscas cuarcíticas del paleozóico las que han resistido; tal es el caso del Monte de la Mata, cuesta individualizada entre los barrancos de Morca y de los Huertos.

Los materiales sueltos, arrancados de las vertientes en proceso de regulación, han sufrido un proceso de transporte más o menos intenso y se han estabilizado en las propias vertientes o en el fondo de los barrancos. Las formas acumulativas resultantes en las vertientes son distintas a las de los valles, como a continuación veremos.

1. *Acumulaciones de vertiente*

Los materiales movilizados en las laderas adoptan diversas formas según su naturaleza litológica y los agentes que sobre ella han actuado. Entre las acumulaciones de vertientes distinguimos los siguientes tipos:

a) Coladas de bloques (= "couleés de blocaille" de TRICART y CAILLEUX, 1967; "stone streams" de EMBLETON y KING, 1968; "block slopes" de WASHBURN, 1973). Es una forma de acumulación frecuente. Las coladas de bloques se disponen de forma aislada en todas las vertientes, con preferencia por las exposiciones al Norte y las pendientes acusadas. Se identifican fácilmente en la ladera por la carencia de colonización vegetal. En planta son formas globosas o alargadas. Están constituidas, prácticamente en su totalidad, por cuarcitas y areniscas. Se caracterizan por la ausencia casi total de matriz fina, la

gran talla de los bloques, que oscilan entre los 30 cm. y 1 m., y el aspecto caótico de la disposición de sus elementos, cuyos ejes mayores basculan preferentemente hacia el fondo del barranco. En ocasiones, la parte inferior de la colada tiene mayor porcentaje de finos, lo que permite el mantenimiento de una cubierta vegetal arbustiva o arbórea.

Su origen parece estar en una colada con estado solifluidal de material heterogéneo. No hay, pues, frotamiento contra la roca "in situ", ello explica el escaso desgaste de las aristas de los bloques.

TRICART y CAILLEUX (1967) indican cómo, en la mayor parte de los casos, se trataría de coladas de soliflucción con matriz limosa poco abundante, rica en grandes bloques, consecuencia de la macrogelivación (en nuestro caso se trata de cuarcitas, areniscas silíceas y conglomerados de la base del Permotrias, rocas poco gélicas). La matriz limosa habría sido lavada por las aguas, infiltrándose en este medio poroso y circulando en la masa misma de la colada.

En otros casos, parece que no hubo matriz limosa en cantidad apreciable. Los bloques están prensados unos contra otros y orientados en función de la colada. La matriz en este caso pudo estar constituida por nevé, que permitió el deslizamiento de los bloques, fundiendo seguidamente. Esta forma se encuentra preferentemente en cotas superiores a los 1.800-1.900 m., límite de las nieves permanentes durante el optimum glaciario.

b) Lóbulos de geliflucción ("Lobes de geliflucción" de TRICART y CAILLEUX, 1967). Son la forma dominante entre los 1.550-1.600 m. y los 1.900 m. Se observan con mayor claridad en la zona próxima al límite del bosque (1.850 m.). Su morfología es de tipo linguoide, con un pequeño talud convexo en la parte inferior que no sobrepasa nunca los 3 m. de altura, y, aguas arriba, una pequeña depresión que puede presentar cicatrices de arranque en su extremo superior. Sus dimensiones son muy variadas, las hay desde 6-8 m. hasta 150 m. de anchura. Estas últimas se aprecian con nitidez en la foto aérea. El eje longitudinal, es decir, el perpendicular a las curvas de nivel, es difícil de medir si no se presentan cicatrices de arranque. Las medidas efectuadas se aproximan a las del eje transversal. A veces confluyen varios lóbulos y forman coalescencias con digitaciones. Allí donde desaparece el bosque, los lóbulos están constituidos por bloques sin apenas matriz fina en superficie, y muy poco abundante en el interior. Esta carencia es muy posible que sea debida al lavado posterior a su formación. En cotas inferiores, invadidas por el bosque, resulta difícil reconocer estas formas; en los cortes observados se aprecia una mayor proporción de material fino, predominantemente de tipo arenoso-arcilloso.

c) Derrubios ordenados (grézes liteés). Son difíciles de ver, debido a la carencia de cortes perpendiculares en la vertiente regularizada y la falta de encajamiento lineal de los barrancos. Sobre todo, donde la vegetación es densa, puede confundirse con superficies regularizadas por otras formaciones periglaciares.

La incisión por arroyamiento, en este caso de origen antrópico (desagües del canal de Morca), en la vertiente meridional del barranco de Morca, nos ha proporcionado cortes frescos donde observar estas acumulaciones. Se en-

cuentran entre los 1.350 y 1.100 m. Allí hemos constatado, dentro de una formación predominantemente arenosa, lechos alternantes de gravas y gravillas, incluso alguno de cantos angulosos de 15 a 20 cm. El espesor de estas formaciones llega a sobrepasar los 5 m. visibles.

El valor de la pendiente es de 22°, no hay clasificación de material de arriba a abajo, sino alternancia de lechos finos y groseros superpuestos.

La génesis de estas formaciones ha sido muy discutida; sin embargo los diversos autores han coincidido en que la gravedad no juega un papel determinante. Son resultado de un transporte en masa, en el cual parecen combinarse el deslizamiento pelicular sobre la escarcha o hielo débil, predominando los movimientos por pipkrakes y, a veces, un poco de soliflucción. Parece, pues, que los derrubios ordenados son una formación de clima periglacial atenuado, marginal, en el que no es necesario un pergelinol pero sí un hielo moderado y frecuente. Como toda facies de transición, presenta numerosos matices.

d) Soliflucción en manto ("soliflucción en nappe" de TRICART y CAILLEUX, 1967). Es la formación más abundante entre los 1.700 y 1.100 m. El área afectada presenta una topografía de conjunto monótona, de perfil casi rectilíneo. Se caracteriza por el predominio de finos arenoso-arcillosos de color gris-pardo. En esta matriz se engloban cantos heterométricos y angulosos. Su espesor varía según los sectores debido a que recubre y regulariza un relieve anterior. En el camino que parte de la Fuente de los Frailes y se dirige hacia Morca, en torno a los 1.350 m., hemos evaluado espesores entre los 50 cm. y 4 m.

En los sectores inferiores de la montaña, la pendiente se dulcifica y adquiere un perfil ligeramente cóncavo en el enlace con el piedemonte; allí, el espesor alcanza más de 3 m. visibles y la proporción de cantos es mayor y presentan un mejor rodamiento. A medida que descendemos se intensifica la rubefacción; las acumulaciones con predominio de finos y coloración grisácea de las cotas entre los 1.300-1.200 m. incorporan coloraciones rojo-amarillentas en la parte inferior del depósito. El horizonte gris se reduce a 80-90 cm. y progresivamente disminuye hasta quedar reducido a 15-20 cm. En los niveles inferiores, el predominio de los cantos respecto a la matriz fina es muy grande y la rubefacción muy intensa. De las notas de campo extraemos la observación realizada en una zanja, excavada para una conducción de aguas, en las proximidades de Agramonte, a 1.100 m.

"Los depósitos de soliflucción presentan las siguientes características:

— Heterometría de los cantos semirrodados, con predominio de grandes bloques sin alterar.

— Arcillas de color amarillo fuerte, como material englobante.

— Apelmazamiento del conjunto del depósito.

— Suelo podsolizado en superficie".

Su génesis está relacionada con una acción regular de la gelivación que fragmenta la roca y del mecanismo de transporte que permite la evacuación de derrubios. Además se localiza en áreas con una relativa homogeneidad li-

tológica. La concavidad basal se ha podido formar al carecer en el piedemonte de un agente de transporte suficientemente intenso como para evacuar los derrubios. Nótese que la red hidrográfica es siempre transversal a estas formaciones, salvo en el barranco de los Huertos, al NE del Monte de La Mata, donde la pendiente es rectilínea hasta la base.

2. *Acumulaciones de valle*

Los depósitos periglaciares confluyen en el fondo de los barrancos y fosilizan los talweg anteriores de periglaciario, formándose así valles en cuna o de fondo plano. El relleno forma "corrientes de bloques" ("couleés de blocailles" de TRICART y CAILLEUX (1967); "blockmeer" de los autores de lengua alemana) constituidas prácticamente por bloques angulosos de cuarcitas, areniscas y argilitas. Los elementos finos son muy escasos y, si alguna vez los hubo en mayor proporción, han podido desaparecer debido al lavado de este material por el agua de esconrentía en los períodos de deshielo. En estas condiciones no se ha podido desarrollar un suelo, por lo que las corrientes de bloques aparecen desnudas y desprovistas, en la mayor parte de su área, de colonización vegetal. En el fondo de los valles principales se aprecia una mayor proporción de elementos finos y sobre ellos se han establecido fresnos y hayas.

La potencia de los depósitos es variable y muy difícil de evaluar, debido a que regularizan un relieve preexistente y no aparece el sustrato aflorante en los cortes observados. Los perfiles longitudinales varían según los valles, así como las pendientes cuyos valores oscilan entre los 15' y los 45°. Las mayores inclinaciones aparecen ligadas a escalones estructurales.

Parece que el desplazamiento de los derrubios se ha efectuado, como en el caso de las coladas de bloques de las vertientes, por geliflujión. En el centro de las corrientes, siguiendo aproximadamente el eje del talweg, aparecen bloques enderezados, dispuestos de canto; este hecho se explica por la presión ejercida por los aportes laterales.

Dentro de esta formación distinguimos dos tipos, en función de la procedencia de sus elementos constitutivos y de algunas pequeñas diferencias morfológicas:

a) Corrientes de bloques con origen en las coladas de bloques de las vertientes. Ocupan superficies reducidas, alcanzando como máximos 500 m. de longitud y 150 m. de anchura (barranco de los Huertos). Se localizan preferentemente en las cabeceras de barrancos poco importantes, tanto sobre materiales permotriásicos como paleozóicos. La talla de los bloques oscila entre los 30 y 50 cm.

b) Corrientes de bloques con origen en las acumulaciones de materiales movilizados por los glaciares. Se desarrollan únicamente en los barrancos de Morca, San Gaudioso y el Cucharón, donde las coladas alcanzan hasta 1.500 metros de longitud y 450 mts. de anchura. Sus bloques, procedentes de las capas permotriásicas en su mayoría, tienen una talla entre los 45 y 100 cm., encontrándose, excepcionalmente, ejes longitudinales de 150 cm.

	<i>Long. máx</i>	<i>Anch. máx</i>
Colada de Morca	1.500 m.	380 m.
Colada de San Gaudioso	1.400 m.	360 m.
Colada de Cucharón	1.500 m.	450 m.

El desplazamiento de las corrientes ha sido escaso y lento, de modo que ha quedado suspendidas en las vertientes sin poder alcanzar el nivel de base. Solamente las coladas con raíz en las morrenas de San Gaudioso y el Cucharón han descendido hasta el piedemonte, desapareciendo a los 1.150 mts. En la exploración de las desembocaduras de estas dos grandes coladas en el piedemonte, comprobamos la inexistencia de "glacis de bloques"⁶ en las partes terminales de estas corrientes. Los bloques, en las proximidades del campamento (1.100 mts.) aparecen aislados y dispersos en superficie, movi-
lizados por otros mecanismos y reposando sobre otras formaciones.

3. Formaciones periglaciares en los circos glaciares

El periglaciario ha afectado también a las paredes de los circos cuaternarios. Los fuertes escapes de las hoyas de Morca, San Gaudioso y el Cucharón, están en proceso de regulación y las acumulaciones periglaciares invaden el fondo de los recuencos. Las formas más destacadas en este sector son los "corredos de crioclástia" y los "derrubios de gravedad". Los corredores son estrechos pasillos de 2 a 3 m. de anchura que cortan perpendicularmente las capas y siguen fielmente la línea de la máxima pendiente. Son similares a canales de desagüe torrenciales, pero en este caso carecen de cuenca de recepción y la esorrentía es tan solo excepcional, debido a la activa infiltración reinante en las rocas fuertemente diaclasadas por las tensiones orogénicas y las características litológicas. A su pie se desarrollan conos formados por materiales no rodados, angulosos, con una fuerte pendiente de hasta 45°; las coalescencias entre ellos forman en ocasiones un único talud.

Los "derrubios de gravedad" tienen un perfil rectilíneo con pendiente muy acusada y enmascaran el primitivo perfil glaciario que debió ser más abrupto. Los materiales son angulosos y presentan una destacada trituración que les hace distinguir fácilmente de los depósitos morrénicos que fosilizan. La vertiente rectilínea pasa a veces a cóncava en el sector inferior, donde se concentran los elementos finos en mayor proporción y pueden formarse pequeños mantos y lóbulos de geliflujión con una pendiente muy suave.

⁶ Esta terminología es empleada por:

CAINE, N. (1972). Airphoto analysis of blockfield fabrics in Talus Valley, Tasmania, Jour Sed. Petrol. v. 42, pp. 33-48.

WASHBURN, A. L. (1973.) *Periglacial processes and environment*. Ed. Arnol. London, p. 320.

4. *El nicho de nivación de Morca*

En la vertiente NE, además de las hoyas glaciares, destaca una nueva entalladura al nordeste del barranco de Morca, separada del circo del mismo nombre por un estrecho interfluvio rocoso regularizado. Se sitúa entre los 1.980 y 1.800 m., orientado hacia el Este; tiene dimensiones reducidas: unos 200 m. de ancho y 150 m. de altura en la pared frontal. Consiste en un abrupto escarpe vertical, labrado en areniscas, que alimenta un talud de derrubios muy móviles y una colada de bloques con nivel de base a 1.600 m., donde confluye con la corriente de bloques desarrollada a partir de la morrena frontal de Morca. La pequeña hoya de Morca, tan distinta de las cuencas de recepción torrencial, la hemos identificado como un nicho de nivación, por ser una depresión poco pronunciada, colgada en la vertiente, con el fondo inclinado hacia el barranco sin umbral que lo individualice.

La excavación de este nicho debió estar favorecida por el factor estructural y su exposición a sotavento de los vientos dominantes del NW. Sin embargo, las nieves acumuladas en el recuenco no fueron lo suficientemente abundantes como para resistir el efecto destructor de la insolación durante la época estival. Así nunca pudo excavar un verdadero circo glaciar ni acumularse depósitos de carácter morrénico.

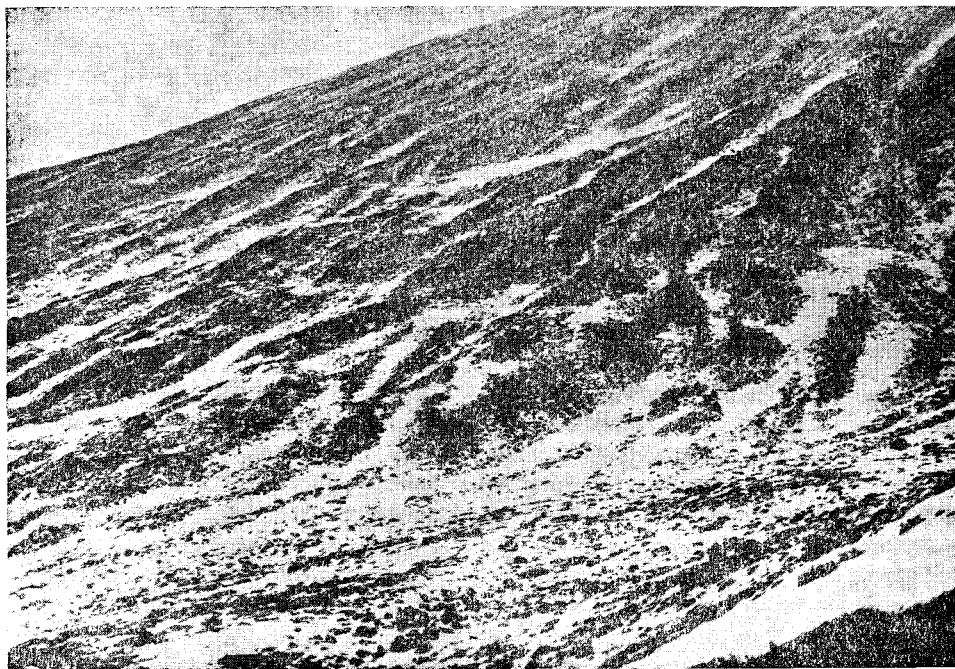


LÁMINA III. — Ladera Norte del barranco de San Gaudioso. (1.800 m. de altitud).
Vertiente regularizada por soliflucción.

C. PERIGLACIARISMO ACTUAL

Las cumbres del Moncayo por su altitud son un área susceptible de ser afectada por el sistema morfogenético periglaciario en la actualidad. Las condiciones climáticas, litológicas y estructurales, de las que ya nos ocupamos anteriormente, son muy favorables. Nuestro interés se centra ahora en la descripción de los hechos de observación y su interpretación.

Por encima del límite altitudinal del bosque (1850 m.), las vertientes del Moncayo se nos presentan como una rampa regularizada con una pendiente entre $32 - 33^\circ$, interrumpida levemente por las cabeceras muy suavizadas de barrancos de poca importancia, o cortada bruscamente por los abruptos escarpes de las paredes de los circos glaciares. Un manto de materiales sueltos, principalmente de bloques angulosos, cubren en su totalidad las capas subyacentes y enmascaran la estructura.

Los cantos que recubren la ladera no forman un talud único. La vertiente presenta ligeras irregularidades debidas a las lenguas y cicatrices de despegue de los lóbulos de soliflucción. Los bloques se disponen con su longitud máxima proando en sentido de la pendiente, con la que forma un ángulo de unos 10° . Con frecuencia los bloques están imbricados unos con otros. A partir de los 2.000 m. encontramos señales de estallidos en la roca debidos a la gelifración. También a esta altura observamos, en áreas casi sin vegetación, canchales móviles y lóbulos de soliflucción que tienen el aspecto de ser muy recientes. Sus depósitos invaden tramos de la senda actual, que en algunos sectores, tiene que modificar su trazado inicial. En torno a los 2.100 m., estos fenómenos se manifiestan más claramente. La soliflucción se manifiesta en lóbulos y canchales movedizos con microformas en escaloncitos inclinados. En el último tramo escasea el material fino que no alcanza a ser retenido por la vegetación.

El 70 % de la superficie por encima de los 2.100 m. presenta un relieve poco accidentado, modelado en lomas achatadas separadas por collados. La planitud del área de cumbres coincide con la horizontalidad de las capas en la charnela anticlinal; podemos hablar, pues, de una perfecta identificación entre topografía y estructura.

Dos litologías son las predominantes: Pizarras arcillosas o argilitas apizarradas, que son más propensas a la gelifración y las formas de soliflucción son más nítidas; y areniscas grises, con una estructura hojosa y con partículas micáceas, que generan unas formaciones menos claras. Aunque el suelo recubre en su totalidad la roca madre subyacente, en algunos sectores observamos cambios de facies con contactos lineales, correspondientes a las alternancias de las capas con diferente entidad litológica.

El material suelto recubre el cono achatado que constituye la cota más alta del Sistema Ibérico (Pico de San Miguel, 2.315 m.). Allí se observa que la cara suroccidental tiene una pendiente más suave que la vertiente nororiental. De la cumbre al barranco del Colladillo, las laderas tienen un perfil muy regular y rectilíneo, con microformas en forma de guirnaldas que más tarde describiremos. La vertiente NE, allí donde no ha sido objeto de las



LÁMINA IV. — Aspecto de un cantarral de lajas de arenisca micácea en el área de cumbres del Moncayo.

entalladuras del circo del Cucharón, aparece también regularizada; pero, en este caso, tiene un perfil más rugoso debido a los lóbulos de soliflucción.

El área aplanada, iniciada en el Pico de San Miguel, se prolonga hacia el Sur hasta el Alto del Moncayo (2.222 m.). La exploración realizada nos ha permitido observar la continua disimetría entre la vertiente castellana y la aragonesa. El circo de Morca se corresponde en la vertiente occidental con el arroyo de Peñas Negras, cuya morfología es muy similar a la del barranco del Colladillo.

Más al Sur, la plana de cumbres del Alto del Moncayo se divide en tres interfluvios:

— Hacia el W la Cascarrera Negra, topónimo bien expresivo que denomina las vertientes de soliflucción con microrrelieves en guirnalda de escaso material fino. Esta unidad, en torno a los 2.000 m., presenta lóbulos de soliflucción y taludes pedregosos hasta el fondo de los barrancos.

— Entre el río Araviana y el barranco de Morana, el interfluvio alomado ofrece por encima de los 2.100 m. la disimetría típica entre vertiente W. y E. La vertiente hacia Morana presenta un pendiente más empinada con pedreras móviles dispuestas en escalones hacia el barranco.

— Entre Morana y Morca, en las superficies más aplanadas, observamos alineaciones de cantos verticales que con frecuencia, engloban materiales más finos. La vertiente hacia Morana es una pedrera móvil de cantos sueltos y sin apenas vegetación. Hacia el barranco de Morca, en alturas superiores a los 2.100 m., se alinean terracitas paralelas a las curvas de nivel. El material está muy triturado y su talla no supera los 10-15 cm. Más abajo, la talla de los cantos aumenta hasta 0,5 cm. y el relieve presenta las irregularidades típicas de los lóbulos de soliflucción.

Toda el área de cumbres es muy rica en formas periglaciares. La aparición de una formaciones u otras está en función del balance entre el porcentaje de elementos finos y groseros y el grado de inclinación de la pendiente. Distinguimos las siguientes:

— En áreas con pendiente inferior a 15° , existen “campos de piedra”. Son caos de bloques angulosos desembarazados de materiales finos por lavado. Los bloques son aplanados, en forma de lajas ortogonales de 20 a 30 cm. de lado mayor y de 3 a 4 cm. de espesor. En estos campos se hallan algunos esbozos de células como “paquetes de piedras”, “nidos de piedras” y “rosetas de piedras”, pero lo corriente es ver una gran proporción de bloques enderezados por el hielo, formando alineaciones frecuentes pero imprecisas, sin conseguir una verdadera diferenciación.

Los “paquetes de piedras” se desarrollan sobre pizarras y tienen el aspecto de ser un bloque cortado en finas rodajas verticales. El proceso de formación parece ser el siguiente: De la roca madre se desprende un bloque que por fenómenos de geliturbación queda ocupando una posición vertical, perpendicular a la primera. Posteriormente, a través de los planos de sedimentación y esquistosidad, la gelifracción ataca y fragmenta la roca en lajas.

Los “nidos de piedras”, desarrollados sobre areniscas, presentan una planta circular de lajas verticales, con un diámetro en torno a los 60 cm. El centro está ocupado por cantos horizontales en una posición deprimida respecto a los bordes. Tienen cierta semejanza con las “rosas de piedras” descritas por TRICART y CAILLEUX (1967) y TROLL (1962), aunque en este caso carecen del gran bloque central.

Las “rosetas de piedras” están constituidas por lajas verticales apretadas y con distintas orientaciones formando a modo de torbellino. Sus dimensiones no suelen sobrepasar los 30 cm.

En los bordes de los campos de piedras, se forman, a veces, alineaciones paralelas de cantos verticales sin matriz fina, separadas entre sí por bandas de 1 a 1,20 m. de anchura, de material fino predominante que engloba también cantos horizontales y han sido colonizados por césped. Se asemejan a los “suelos estriados” (“sols striés” de TRICART y CAILLEUX, 1967 y “sorted stripes” de WASHBURN, 1973), pero sus formas no son típicas.

— A medida que se van haciendo más abundantes los elementos finos, aparecen otras formaciones. En las zonas aplanadas aparecen “copos de tierra” y “copos de piedras”. Los “copos de tierra” (“taches” o “flaques de terre” de TRICART y CAILLEUX (1967); “feinerdeflecken” de los autores alemanes) tienen una forma circular, con un diámetro que varía desde 20 cm. hasta 1 m. El núcleo está formado por material fino, invadido por la vegetación de césped o “festuca indigesta”, y presenta un perfil ligeramente abombado. Los copos se presentan aislados, rodeados completamente por elementos groseros dispuestos horizontalmente, y sin matriz fina. En los “copos de piedra” el material grosero está rodeado de material fino. Su morfología es muy similar a la de los “copos de tierra”, pero, en este caso, los materiales seleccionados ocupan una posición inversa.

Donde la pendiente se acentúa, aunque siempre inferior a 15°, encontramos dos formas predominantes: los “suelos en guirnaldas” y las “vertientes con terracitas”. Los “suelos en guirnaldas” se localizan en el área próxima a las cumbres de forma convexa. Se desarrollan mejor donde la vegetación es de hierba esclarecida. La vertiente se descompone en pequeños escalones en forma de “croisant” de unos 10 ó 15 cm. de altura, que se anastomosan entrelazándose por las puntas del semicírculo. La anchura está entre 1 y 15 m. La pendiente suave está ocupada por elementos finos y microgelifractos y el pequeño talud está ocupado por la vegetación. Los agentes esenciales de su génesis parecen ser la gelifracción, los pipkrakes y la soliflucción.

Las “vertientes con terracitas” se han desarrollado en pendientes acusadas con perfil rectilíneo, con total ausencia de vegetación y predominio de microclastos. En la vertiente N. E. del collado de Morca, las terracitas están dispuestas a modo de gradas, paralelas a sí mismas, siguiendo el sentido de las curvas de nivel. El material está muy triturado y su talla no supera los 10 - 15 cm.

Tras este análisis, podemos concluir afirmando que los fenómenos periglaciares son funcionales en la actualidad en el Moncayo, a partir de los 2.100 metros. Así lo demuestran las siguientes observaciones:

- Los depósitos de gravedad desarrollados en las paredes de los circos fosilizan las últimas formaciones generadas por los hielos cuaternarios.
- La senda que asciende a las cimas ha tenido que modificar su trazado en algunos puntos al ser invadida por depósitos de soliflucción.
- Las señales de los estallidos de la roca son muy frescos. Se observan con claridad, sobre todo, en las canteras de los circos.
- Las pedreras que forman los taludes al pie de los escarpes son muy móviles.
- Las formaciones de suelos periglaciares se aprecian con nitidez y no han sido deteriorados por otros procesos.
- No aparecen señales de arroyamiento.
- Las nieves ocupan algunos sectores del área de cumbres más de cinco meses al año.

En torno a los 2.000 m., preferentemente en exposiciones al Norte, encontramos soliflucción generalizada formando lóbulos, pequeñas lenguas y bancos. Las manifestaciones más bajas se dan en las vertientes Norte de los circos glaciares, donde la gelifracción ataca activamente las paredes escarpadas; derrubios de gravedad generan "gleras" muy móviles.

D. FORMAS ATÍPICAS DESARROLLADAS EN EL PIEDEMORTE DEL MONCAYO

Entre los 1.000 - 1.100 m., las vertientes empinadas del Moncayo se ponen en contacto con una área aplanada modelada en glacis con fluencia general al NE. La topografía suave aparece alterada en detalle por la disección de una serie de barrancos que, en su mayoría, no alcanzan las faldas del Macizo. Sus interfluvios se sueldan en la base del Moncayo y aguas abajo, ofrecen en planta forma de puntas de lanza dirigidas hacia la depresión de la Valluenga.

Los valles tienen cabeceras en cuna con perfiles muy suavizados y más abajo, según el sentido de la corriente, son de fondo plano. Sus vertientes están recubiertas por un manto de soliflucción con predominio de material fino, color amarillento a rojizo, con pequeños cantos angulosos. Esta formación desciende altitudinalmente hasta los 700 m. Ofrece numerosas variantes en función, sobre todo, de la litología. En la vertiente Norte del barranco de Peña Blanca, a 900 m., una cantera nos ofrece un corte perpendicular de una de estas formaciones; allí, un delgado manto de soliflucción trastoca la posición original del sustrato incurvándolo hacia el fondo del valle. A unos 500 m. de este punto se localiza, a idéntica altitud, una colada de blo-

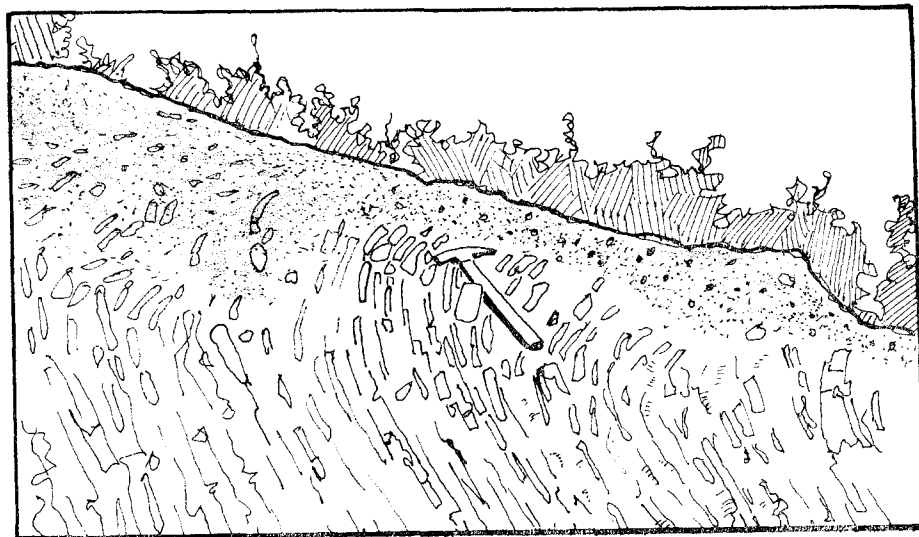


FIG. 2. — Soliflucción en la vertiente Norte del barranco de Peña Blanca. (Cantera de la Loma Rebollo).

ques medianamente redondeados y con escasa matriz arenarcillosa; la disposición de los elementos es caótica dentro del depósito, muchos de los cantos tienen una posición vertical. El espesor es anómalo, como rellenando un paleorelieve en la vertiente.

Estas formaciones de soliflucción, aunque no típicas de medios periglaciares, bien pudieron originarse en un medio climático frío y estar ligadas en su génesis a la presencia del hielo en el suelo. Esta hipótesis viene reforzada por la especial morfología de los valles con cabeceras en cuna y tramos inferiores de fondo plano, cuyo modelado pudo estar relacionado con las particulares condiciones de la circulación fluvial periglaciaria.

E. HIPÓTESIS SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LAS VERTIENTES AFECTADAS POR EL PERIGLACIARISMO

Las vertientes del Moncayo modeladas durante el Terciario, paralelamente al relleno de la cuenca del Ebro, han sido retocadas por los procesos glaciares y periglaciares. De ello son testimonio las formas glaciares y la regularidad de las vertientes y formaciones periglaciares que las cubren.

El proceso de regularización de vertientes se ha desarrollado en varias fases, que podemos agrupar en los siguientes conjuntos:

1. *Fases preglaciares*

Las primeras fases periglaciares pudieron darse a finales del Terciario y durante el Cuaternario antiguo. Sus huellas no han permanecido en las vertientes, sin embargo, los grandes volúmenes detríticos procedentes del Moncayo y desparramados por el piedemonte deben ser correlativos con una intensa meteorización de las vertientes montañosas.

2. *Fase sincrónica al glaciario*

Es lógico pensar que, paralelamente al desarrollo de las formas glaciares en las áreas ocupadas por los hielos, las zonas que alternaban cobertera nivosas y suelo desnudo, tanto por encima como por debajo del límite de nieves permanentes, fueran objeto de la acción periglaciaria. Durante este período pudieron biselarse de nuevo las vertientes y acumularse las formaciones que recubren las laderas montañosas.

3. *Fases postglaciares*

El paulativo recalentamiento del clima tras el último glaciario, ha dejado sus huellas en progresivo ascenso altitudinal hasta reducir el dominio periglaciario del Moncayo a una estrecha franja en el sector de cumbres. Dentro de este apartado distinguimos:

- a) Las coladas de bloques desarrolladas a partir de las morreras. Los bloques acumulados por el hielo glaciario, han sido removilizados, en

este caso por la geliflujión, y encajados en las formaciones solifluídales que recubren la ladera. Son por tanto, posteriores también a las formaciones en las que se encajan.

- b) Vertientes de geliflujión y soliflujión que regularizan el perfil glaciar de los circos.
- c) Las formaciones que ocupan el área entre el límite del bosque (1.850 m.) y los 2.000 m.

4. Fase actual

Tal como hemos visto en el apartado anterior, el periglaciario sigue afectando las cotas más altas de la sierra, por encima de los 2.000 - 2.100 m.

B I B L I O G R A F I A

- CAINE, N. (1972): *Air photo analysis of blockfield fabrics in Talus Valley, Tasmania. Jour Sed. Petrol.* V. 42, pp. 33-48.
- CARANDELL, J. y GÓMEZ DE LLANERA, J. (1918): *El glaciario cuaternario en los Montes Ibéricos.* Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, serie geológica, n.º 22.
- GARCÍA MANRIQUE, E. (1960): *Las Comarcas de Borja y Tarazona y el Somontano del Moncayo.* Estudio Geográfico. C. S. I. C., Zaragoza
- BATALLER, J. R. y LARRAGÁN, A. (1955): *Explicación geológica de la hoja n.º 352 (Tabuenca).* Mapa Topográfico Nacional. E. 1:50.000, IGME.
- BROSCHÉ, U. (1971): *Boachtungen an receten Periglacialers cheinungen.* Die Erde Heft. 1, pp. 46-52.
- GÓMEZ DE LLARENA, J. (1917): *Estratigrafía del Moncayo.* Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. t. XVII, Madrid, pp. 568-572.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. y PEÑA MONNE, J. L. (1977): *Las acumulaciones periglaciares del macico del Tremedal (Sierra de Albarracín).* Bol. Geol. y Min. T. LXXXVIII-II, páginas 109-115.
- IBÁÑEZ, M. J. y MENSÚA, S. (1977): *Los valles asimétricos de la orilla derecha del Ebro.* Actas de la II Reunión de Estudios Cuaternarios, Jaca.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. y ARENILLAS PARRA, M. (1977): *La Morfología Glaciar del Moncayo,* Tecniterrac, junio-julio, Ref. 134, 6 pág.
- NAVAS, L. (1931): *El Moncayo, Aspecto geológico,* Rev. Acad. Cienc. Zaragoza, t. XV, pp. 60-75.
- PALACIOS, P. (1917): *Constitución estratigráfica del Moncayo.* Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. t. XVIII, pp. 101-103.
- PALACIOS, P. (1918): *Sobre la constitución estratigráfica del Moncayo.* Bol. Inst. Geol., t. XXXVIII, pp. 3-11.
- RIBA, O. (1971): *Comentario a la hoja n.º 32 (Zaragoza).* Mapa Geológico de España, E. 1:200.000, IGME.
- RICHTER, G. (1955): *Las Cadenas Ibéricas entre el Valle del Jalón y la Demanda.* Publicaciones extranjeras sobre geología española, t. 9.
- TRICART, J. y CAILLEUX, S. (1967): *Le modelé des régions périglaciaires,* Sedes, Paris.
- TRICART, J. y CAILLEUX, S. (1967): *Le modelé glaciaire et nival,* Sedes, Paris.
- WASKBUERN, A. L. (1973): *Periglacial processes and environment.* Ed. Arnold. London.

MAPA GEOMORFOLOGICO DEL MONCAYO



- A RELIEVES ESTRUCTURALES**
- Relieve en cuesta.
 - Escarpe estructural.
 - Superficie estructural con escarpe.
 - Línea de capa con buzamiento.
 - "chevrons"
- B FORMAS GLACIARES**
- Circos.
 - Nicho de nivación.
 - Morrenas y arcos principales.
- C FORMAS PERIGLACIARES**
- Área periglacial actual.
 - Vertientes de soliflucción del Moncayo.
 - Coladas de bloques con origen morrenico.
 - Coladas de bloques de vertiente.
 - Lóbulos de soliflucción
 - Corredores de crioclastia
 - Soliflucción laminar en las vertientes de los barrancos de piedemonte.
- D NIVELES DE PIEDEMONTE**
- Nivel superior finiterciario-Villafranchiense
 - Nivel inferior cuaternario antiguo. } Con depósitos.
 - } Sin depósitos.
 - Glacis de la Ciesma.
 - Nivel de la Valluenga.
 - Terrazas del Huecha.
 - Cono.
- E DISECCIÓN FLUVIAL**
- curso encajado.
 - Valle de fondo plano.
 - Cabecera "en cuna"
- F ACCIÓN ANTRÓPICA**
- Bancales
- G OTROS**
- Aristas de intersección de vertientes.
 - Interfluvios.
 - Límite altitudinal del bosque.
 - Pueblos.

F. Pellicer.