

L'ACCIÓ GLACIAL A LA VALL D'AIGÜESTORTES (ALTA RIBAGORÇA)

Joan Martí i Riba *

Rebut: setembre de 1984

SUMMARY

The glacial action in Aigüestortes Valley (Alta Ribagorça, Catalonia, Spain)

This is a geomorphological study about a south slope valley in the Catalanian Central Pyrenees, characterized by a Quaternary morphogenic action. The glacial and periglacial dynamics have been studied drawing a conclusion from the shapes of the relief and their origin. This has allowed to make a basic geomorphological cartography. Now it is already possible to begin more detailed works on diverse phenomena, glacial and periglacial, which were produced or which are being produced in these places.

EL MARC GEOGRAFIC

La zona estudiada queda emmarcada a la ribera de Sant Nicolau, que és una conca de drenatge, tributària de la Noguera de Tor. Aquest darrer riu és el principal afluent de la Noguera Ribagorçana, i es produeix l'aiguabarreig d'ambdós corrents fluvials aigües amunt del Pont de Suert. Aquestes dues Nogueres, juntament amb el riu Valira de Castanesa, tributari per la dreta, constitueixen els tres eixos que configuren l'Alta Ribagorça.

La major part de la conca de la ribera de Sant Nicolau es troba inclosa dins el Parc Nacional d'Aigüestortes i Sant Maurici. Malgrat que se la considera tributària de la Noguera de Tor, la seva superfície és de 63,27 km², mentre que la de la vall principal és de 54,46.

Els límits de la zona, que coincideixen amb les divisòries d'aigües, vénen caracteritzats per l'agressivitat del relleu. Les majors alçades es troben situades a les cotes de la banda nord, les quals s'enfilen fins a quasi els 3.000 m. Aquest conjunt és presidit pel gran tuc de Colomers (2.932 metres) i el pic Contraig (2.957 m), màxima alçària de la zona. Pel sector meridional, els límits, els constitueixen la serra de Martillac i la carena que s'allargassa pel tuc des Carants (2.789 m) fins al pic del Pessó (2.884 m). Des d'aquest pic cap a l'est, la carena divisòria separa aquesta conca del gran complex lacustre de Cabdella, i s'hi destaquen el pic Mussoles (2.876 m) i el pic Neriolo (2.857 m). A l'est, la serra de Crabes, entre els 2.600 i 2.700 m, i els cims superior i inferior de Subenuix (2.949 i 2.890 m) estan separats pel Por-

* Pi i Margall, 39, 5è. 3a. 08024 Barcelona.

tarró d'Espot. A l'oest, la ribera de Sant Nicolau tributa aigües a la Noguera de Tor a l'alçada de la Farga, a 1.290 m.

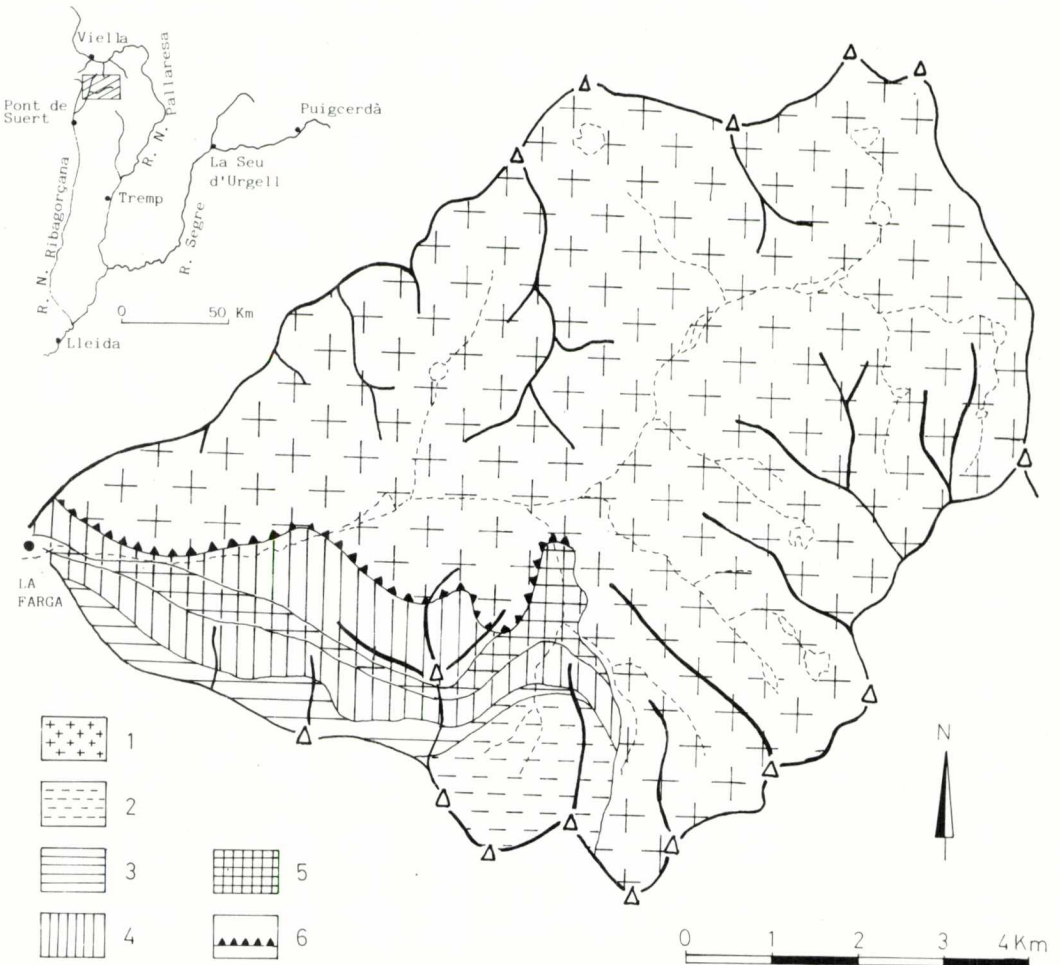
EL SUBSTRAT GEOLÒGIC

La conca de la ribera de Sant Nicolau es troba inclosa, tota ella, dins de l'anomenada zona axial pirinenca. Adhuc, un petit sector, a la banda nord, forma part de la divisòria d'aigües entre els vessants septentrional i meridional del massís. L'àmbit de l'estudi, en sa major part, és inclòs dins del batòlit plutònic de la Maladeta, i només el sector SW, serra de Martillac i del Muntanyó de Llacs, forma part de la cobertura paleozoica formada de plecs

complexos, hercinians, vergents al SW, i més o menys metamorfitzats en trobar-se en contacte amb els materials intrusius. Aquesta cobertura sedimentària és constituïda per materials ordovicians, silurians i devonians (fig. 1).

L'Ordovicià

El Silurià inferior o Ordovicià és constituït exclusivament per una banda de pissarres i quarssites, i es troba a la capçalera del Muntanyó de Llacs, que mostra uns centenars de metres de pissarres grises, amb alguns nivells intercalats de quarssites fosques o verdoses, sobretot a la part superior de la sèrie.



El Silurià

El Silurià pròpiament dit, o Silurià superior, el formen les sèries del Gothlandià. Es troba representat, com a tot el Pirineu, per una sèrie de pissarres negres, toves, força trencadisses i d'una gran plasticitat. El Gothlandià pissarrós exerceix un important paper en la tectònica pel seu caràcter lubricant que afavoreix el desplaçament de les masses calcàries devonianes de damunt seu. A la part superior d'aquests materials comencen a aparèixer calcàries i calcosquists, els quals materials constitueixen el trànsit a la sèrie típicament devoniana.

El Devonianà

El pas del Silurià al Devonianà és gradual. Els estrats del Devonianà inferior són difícilment separables dels gothlandians per la seva semblança. A aquesta sèrie segueixen indiferenciadament i immediata les calcàries i calcosquists esmentats més amunt. Aquesta sèrie és fàcilment observable a la serra de Martillac. Damunt d'aquestes calcàries es presenta una alternança de pissarres, quarzites i calcàries en capes fines que constitueixen la sèrie de la Palanca de Llacs. El Devonianà superior és essencialment calcari, fàcil de reconèixer: comporta roques massisses, compactes, que per llur major duresa queden enlairades i donen lloc a fermes pics de gran bellesa. A la ribera de Sant Nicolau aquestes calcàries constitueixen els materials de l'altívol Bony Blanc, que, en part, desapareixen més cap a l'oest, aigües avall de l'estany Llebreja, sota el granit cavalcant.

El granit

La major part de la vall d'Aigüestortes és excavada a la meitat sud-oriental del batòlit granític de la Maladeta, el més important del Pirineu.

Els darrers estudis (CHARLET, 1974) demostren, a l'inrevés del que es creia fins

fa poc temps, que es tracta d'un batòlit compost, constituït per diverses unitats, amb una fàcies petrogràfica característica. Aquest sector s'inclou dins l'anomenada per l'autor esmentat «unitat central de la Noguera de Tor», amb granits i granodiorites de gra gros, amb biotita i amfibolita. En aquest granit s'han localitzat grossos fenocristalls d'ortosa, fins de 10 cm de longitud, a Cavallers i a Dellui (MARTÍ BONO, 1968). Aquesta unitat es caracteritza també per l'abundància de filons d'aplitopegmatites amb cristalls de turmalina, com al circ de Coma Morta, dins el sector d'estudi.

EL RELLEU PRE-GLACIAL

Abans de passar a l'estudi de la morfologia d'origen glacial cal fer unes breus precisions sobre els trets del relleu pre-glacial. Aquest relleu es caracteritza per la presència de nivells d'aplanament terciaris i per l'existència d'una xarxa fluvial sobre la qual s'installaren les geleres quaternàries.

Els nivells d'aplanament, a diferència del Pirineu Oriental, en aquests indrets són de poca importància, ja que la major intensitat de l'erosió fluvial i darrerament glacial, gairebé els ha fet desaparèixer. Cal assenyalar les restes d'un nivell situat entre els 2.700 i 2.850 m en el sector dels pics Bergús-Crabes. Correspon al clàssic «nivell de crestes» que Boissevain estableix al Pirineu Oriental. Entre els 2.300 i 2.600 m aproximadament, es troba un altre nivell, més o menys basculat. La mostra més característica, la formen els plans del Solà de Boí, que formen l'interfluví del marge dret de la ribera de Sant Nicolau en el seu extrem més occidental.

Malgrat que l'actual xarxa fluvial s'escola per les valls glacials, l'acció dels gels quaternaris no és la determinant en la formació de l'actual xarxa, sinó que aquests gels s'adaptaren al relleu preexistent, i el que van fer només fou retocar-lo. La xarxa hidrogràfica pre-glacial es va encaixar sobre els nivells d'aplanament dels quals s'acaba de parlar. L'erosió fluvial fou la que obrí les grans conques d'erosió que després el gel ha acabat de modelar tot eixamplant el fons de les antigues valls.

En aquest sector, la incisió fluvial ve fortament condicionada per la tectònica que, mitjançant tota una sèrie de fractu-

FIG. 1. Mapa geològic de la ribera de Sant Nicolau (de MARTÍ & PUIGDEFABREGAS, 1968). 1, granit; 2, pissarres i quarzites (Ordovicià); 3, pissarres ampelitiques (Silurià); 4, calcàries (Devoniana). 5, alternança pissarres-calcàries (Devoniana); 6, encaïncament.

per fractures. El circ de Gavatxos és de reduïdes dimensions, amb una topografia esgraonada molt suau. L'acció erosiva del gel va produir un seguit de sobreexcavacions actualment ocupades per uns quants llacs, on destaca l'estany Negre, de 44 m de fondària. Un cop passada aquesta sobreexcavació, el gel s'ajuntava amb el provinent de Cometes. La capçalera d'aquesta vall és quelcom més gran que la de Gavatxos. Hi ha un llindar únic, situat poc abans de la confluència amb aquesta vall. La sobreexcavació produïda per la presència d'aquest ha donat lloc a una cubeta de poca profunditat, ocupada per l'estany Cometes. El gel que s'esmunyia per aquesta vall, abans d'arribar a l'esmentat estany, en part passava a la vall de Cortiselles situada a la seva esquerra, mitjançant un coll de transfluència.

Les valls laterals

Des de l'estany Llong en avall, s'inicia la ribera de Sant Nicolau que, a mesura que s'escola en direcció a la Noguera de Tor, rep diverses aportacions per les dues bandes. Cal destacar la marcada dissimetria d'un vessant respecte a l'altre.

Al marge dret, només dues valls són destacables: la de Contraig i la de Serrader. La capçalera de la primera, com ja és comuna en la majoria de circs d'aquesta zona, es caracteritza per la presència de redreçades parets que donen lloc a crestes molt esmolades, producte de l'acció mecànica de l'aigua convertida en gel, que produeix un efecte de tascó en les diàclisis de la roca. Des de la capçalera del circ fins que s'uneix a l'eix principal, la vall de Contraig guanya un desnivell de 1.000 m. L'única cubeta de sobreexcavació que hi ha és la més gran de tota la vall d'Aigüestortes: ocupada per l'estany de Contraig té l'extraordinària profunditat de 62 m.

De totes les valls laterals, tant de la dreta com de l'esquerra, la de Serrader és la que guanya més desnivell, ja que dels 2.967 metres que atenyen les Crestes Barrades, fins a l'estany Llebreta, punt de confluència amb l'eix principal, situat a 1.620 m, hi ha un desnivell de més de 1.300 m. El circ pren una forma de triple lòbul, amb dos llacs esgraonats, produïts per la sobreexcavació, i barrats per sengles llindars rocosos. Aquesta vall, un cop retirats els gels, ha restat penjada més de 300 m res-

pecte a la principal. Això es deu al gruix del gel que s'esllavissava per aquesta i que en aquests indrets va atènyer una espessor de gairebé 400 m, ja que s'ha trobat la morrena lateral de la vall principal entre els 1.950 i 2.000 m. La raó cal cercar-la en el fet que aquesta darrera vall, en arribar a la confluència amb la de Serrader, ja havia rebut totes les aportacions de les glaceres laterals, amb la qual cosa el gruix del gel era molt considerable i feia que el nivell de base de la vall de Serrader quedés uns 400 m per damunt del nivell actual.

El marge esquerre del Sant Nicolau es caracteritza per la presència de nombroses valls laterals, encapçalades per petits circs senzills, que resten suspeses sobre la vall principal amb una alçada proporcional a la potència de la gelera corresponent. Des de l'est cap a l'oest es troben les de Cortiselles, Dellui, Murrano, Mussoles, Coma Morta i Muntanyó de Llacs; aquestes tres darreres s'uneixen abans d'arribar al Sant Nicolau, i formen la ribera de Llacs.

La de Cortiselles és de reduïdes dimensions, amb un petit circ de formes senzilles a la capçalera. La gelera que ocupava aquesta vall es caracteritzava per la sobrealimentació del gel que provenia de la vall veïna de Cometes a través del coll de transfluència que hi ha a la carena que fa de partió. Els gels s'unien amb la gelera principal a l'alçada del pla d'Aiguadassi.

Les quatre valls que vénen tot seguit tenen la seva direcció condicionada per motius de tipus tectònic, la qual cosa queda palesa pel paral·lisme de les esmentades valls i per les alineacions dels llacs que segueixen les línies de fractura. Les de Dellui i Murrano són de característiques semblants, amb circs senzills i diversos estanys producte de la sobreexcavació. Totes dues queden penjades entre 200 i 300 m per sobre de la principal.

La darrera vall que rep la ribera de Sant Nicolau pel marge esquerre és la ribera de Llacs que, a diferència de les fins ara esmentades, no queda penjada respecte a la collectora. Això és a causa de dos fets. L'un, és la diferència de substrat, perquè una gran part de la vall és excavada sobre pissarres; l'altre fet és la gran conca d'acumulació formada per tres circs: Mussoles, Coma Corta i Muntanyó de Llacs. El primer és excavat sobre roca granítica. El de Coma Morta es troba en el punt de contacte entre el batòlit granític i els materials paleozoics. El vessant oriental de la

vall és granític, mentre que l'altre vessant és format per pissarres i calcàries molt metamorfitzades. Dels tres circs que formen la capçalera de la ribera de Llacs, el del Muntanyó de Llacs és el de dimensions més grans, de forma circular i excavat sobre materials paleozoics. La topografia pren formes molt suaus a causa de la naturalesa del substrat.

Les darreres manifestacions glacials són constituïdes per petits circs en forma de «cop de gúbia», i penjats respecte a la vall principal. Són els circs de Cometes de la Qüestió i Cometes de Casesnoves.

La vall principal

D'uns 13 km de llargada aproximadament, pren una direcció E-W. Des del seu inici, situat a la cubeta de l'estany Llong, fins una mica més avall de l'estany Llebreta, els materials del substrat són granítics, mentre que passat aquest segon estany fins a la seva confluència amb la Noguera de Tor, és excavada en materials més tous: pissarres i calcàries devonians.

El perfil transversal de la vall presenta la característica forma d'artesa o vall en U, pròpia de les zones d'erosió glacial. En el vessant dret o de solana, els espadats s'enlairen aproximadament uns 350 o 400 metres per sobre el fons de la vall. Tan bon punt s'arriba en aquesta alçada, el vessant perd verticalitat i es produeix un canvi sobtat de pendent. En certs indrets d'aquest nivell hi ha espatlles ben desenvolupades que marquen clarament el gruix que va atènyer el gel. La gran quantitat de valls laterals pel marge nord o obac no ha permès la presència contínua dels espadats en aquest vessant i ha donat lloc a una dissimetria, ja que mentre a un costat, el flanc lateral és format per una esquerra paret força contínua, a l'altre vessant, les valls laterals formen grans esvoanços que donen com a resultat un esdibuixament del característic perfil en U.

Pel que fa al perfil longitudinal de la vall, es caracteritza per un esgraonament del llit, des de l'estany Llong fins a l'estany Llebreta, o sigui, al sector on l'acció erosiva glacial s'ha desenvolupat sobre materials granítics. Un cop passat el segon estany, desapareix l'esgraonament del llit, ja que el material del substrat ja no és el mateix en passar del granit a les pissarres i calcàries paleozoïques. Aquest esgraona-

ment es presenta en forma de replans, ja que són antigues cubetes de sobreexcavació inicialment ocupades per llacs en retirar-se el gel, però que posteriorment s'han anat omplint a causa de les aportacions fluvials sobretot, i als esbaldregalls de vessant.

Aquestes sobreexcavacions es presenten als indrets on conflueix una vall amb l'eix principal. Això fa pensar que la sobreexcavació es va produir en augmentar la pressió produïda per la massa de gel. Així, la gran cubeta de l'estany Llong, la meitat de la qual actualment ja és reblerta, es produí en el punt on conflueixen les tres valls que formen la capçalera del Sant Nicolau: Redó, Gavatxos i Cometes. Més avall hi ha el pla d'Aiguadassi on conflueixen la vall de Contraig, per la dreta, i la de Cortiselles, per l'esquerra. Al planell Gran, que ve a continuació, hi desemboca la vall de Dellui. El gran pla d'Aigüestortes rebia les aportacions de la vall de Murrano. El planell del Sant Esperit es troba a la confluència de la vall principal amb la de la ribera de Llacs. Respecte a la confluència de la vall de Serrader amb la principal, situada a l'inici de l'estany Llebreta, és possible que es produís un augment de la pressió del glaç que podria haver comportat una major sobreexcavació; sembla, però, com més endavant es demostrarà, que no s'hi va formar cap llindar el qual, un cop desaparegut el gel, permetés la formació de l'estany Llebreta. O sigui que aquest estany no és d'origen glacial com sempre s'ha cregut.

D'aquest estany en avall desapareix l'esgraonament, i el perfil es presenta de forma més o menys rectilínia. Aproximadament 1 km abans de la confluència amb la Noguera de Tor, el riu actual s'escola encaixat en els materials paleozoïcs, formant una gorja. És possible que una part de la incisió s'hagi produït amb posterioritat a la desaparició del gel, però el torrent subglacial que forçosament havia de passar per sota la gelera, va produir una bona part de la incisió, i més si es té en compte que el nivell de base del Tor, en aquest indret és 100 m més avall, la qual cosa devia augmentar la força erosiva (fig. 3).

FORMES D'ACUMULACIÓ

Les formes d'acumulació d'origen glacial tenen la seva gènesi en els materials que,

prèviament erosionats, i tot seguit transportats pel gel, es dipositen en el moment en què aquest deixa de realitzar la seva funció de mitjà de transport. Tot i amb això, indirectament pot continuar provocant processos de transport quan les aigües de fusió d'aquest gel s'emporten totalment o parcialment els materials dipositats per les geleres.

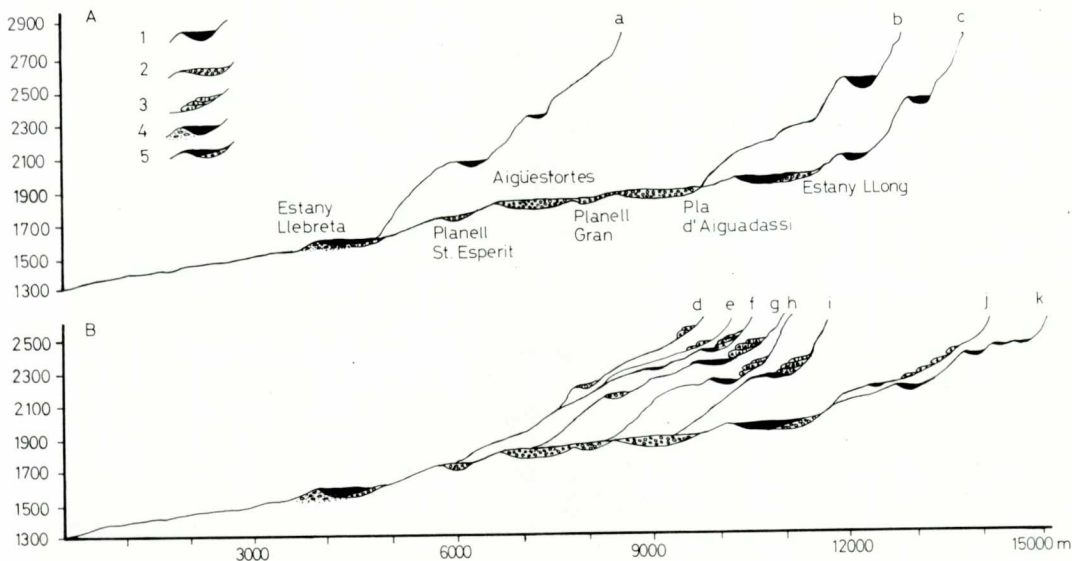
En aquesta conca manquen les morrenes frontals, atès que la gelera d'aquesta vall s'ajuntava amb la de la Noguera de Tor, amb la qual cosa, d'arcs morrènics frontals, sols n'apareixen uns 15 km més avall d'aquesta unió, a 1.000 m d'altura aproximadament. Els cordons morrènics laterals, en canvi, apareixen per sota del nivell de les neus permanents, un cop la gelera de la vall s'havia individualitzat perfectament després d'haver recollit ja aportacions laterals. Tot just sobre l'estany Llebreta, en el marge dret, entre els barrancs de Serrader i d'Aigüissi, i a uns 350 m sobre el fons de la vall, s'han trobat les primeres mostres de la morrena lateral.

D'aquest estany en avall hi ha dipòsits morrènics laterals en diversos indrets d'ambdós vessants. Pel marge dret, aquests dipòsits s'allargassen a una altura aproximada de 100-150 m sobre el fons de la vall, generalment fossilitzats pels esbaldregalls de vessant i els cons dels torrents, que els han anat cobrint. La barreja desordenada de blocs de formes mètriques, amb graves i sorres de totes mides, confirmen la definició de materials morrènics d'aquests dipòsits, mentre que els esbaldregalls que recobreixen la morrena presenten una selecció dels materials en funció de la mida, amb un augment progressiu del seu volum des de les parts més altes fins a la base del vessant.

Pel marge esquerre, i també de l'estany Llebreta en avall, apareix el cordó lateral a una altura respecte al fons de la vall d'uns 350 m, a prop del barranc que baixa de Cometes de Casesnoves. En aquest sector la morrena ha conservat en part la seva forma originària, en forma de cresta allargassada mercès a un llindar rocós paral·lel a la vall que li ha servit de suport, i ha evitat que els materials es precipitesin vessant avall en desaparèixer el gel.

Aquests dipòsits poden fer creure que es tracta de materials aportats per la gelera que baixava del petit circ de Casesnoves, però la presència de nombrosos blocs granítics contradiu aquesta possibilitat, perquè tot aquest sector és excavat en els materials paleozoics silurians i devonians

FIG. 3. Perfil longitudinal de la ribera de Sant Nicolau. A, valls laterals de la dreta; B., íd. íd., de l'esquerra. a, Serrader; b, Contraig; c, Redó; d, Muntanyó de Llacs; e, Coma Morta; f, Mussoles; g, Murrano; h, Dellui; i, Cortiselles; j, Cometes; k, Gavatzos. 1, cubeta ocupada per un llac; 2, cubeta reblerta; 3, gelera rocosa; 4, llac obturat per esbaldregalls; 5, llac en procés de rebliment.



i, forçosament, els blocs granítics han d'haver estat aportats per la morrena lateral de la vall principal, ja que més amunt rep aportacions de valls excavades en el granit.

El fet de trobar dipòsits morrènics tant en un vessant com en l'altre, a una altura aproximada de 350 m, indica el gruix que com a mínim degué assolir la gelera que s'escolava per la vall d'Aigüestortes durant l'últim màxim glacial. La presència d'un tros del cordó lateral del marge dret a uns 150 m sobre el fons de la vall fa suposar un desplaçament en massa d'aquests materials al llarg del vessant, o que poden pertànyer a un moment de retrocés de les geleres. Els materials morrènics de fons i d'ablació apareixen en diversos indrets de la vall principal i d'algunes valls laterals.

Pel que fa als sediments glàcio-fluvials, són característics dels fronts de les geleres, per la qual cosa el domini proglacial és fora dels límits de la conca. Tot i amb això, els sediments que han reblert les cubetes de sobreexcavació de la vall principal: planell del Sant Esperit, Aigüestortes, planell Gran i pla d'Aiguadassí, són d'origen glàcio-fluvial, originats en l'etapa de recessió dels gels, i portats per les aigües proglacials que transporten una gran quantitat de materials, i que els dipositaren en aquestes cubetes.

LES GLACERES ROCOSES

Un cop retirats els gels würmians es produeix una pulsació freda anomenada Würm IV o Tardiglacial, entre els anys —12000 i —10000, aproximadament. Aquest període es caracteritza per un clima fred, però sec. Això vol dir escassetat de precipitacions. Les formes d'acumulació pròpies d'aquest període són les morrenes de glacera rocosa o *rock glaciers* (SERRAT, 1979). Es troben situades a la zona d'alimentació de les valls glacials.

El material de les geleres rocoses és constituït per blocs angulosos, sense cap mena de classificació, i amb una minsa matriu intersticial. Es troben situades al peu de les parets rocoses, i tenen una morfologia externa de crestes i acanaladures arquejades en el sentit del pendent, en forma de lòbul, i atapeït l'un contra l'altre, a causa del desplaçament plàstic originat per la presència de gel intersticial. Generalment presenten un desplaçament molt

limitat, d'uns 100-200 m. La banda exterior d'aquests crestons presenta una forta inclinació, la conservació de la qual demostra una edat recent. Els primers arcs d'aquestes acumulacions de blocs normalment es troben colonitzats per una vegetació de nerets, i a voltes, fins i tot de pi negre, mercès a una major proporció de matriu fina respecte als arcs interns. La presència d'aquesta matriu fina és causada per l'efecte d'escombra que van realitzar els arcs més exteriors, en produir-se el seu curt desplaçament, englobant els materials alterats del substrat.

A la ribera de Sant Nicolau hi ha glaceres rocoses a la capçalera de totes les valls orientades al nord, mentre que a les d'orientació sud, només n'apareix alguna, i de reduïdes dimensions, al peu de parets orientades al nord. De la disposició d'aquests dipòsits, es dedueix una dissimetria climàtica entre els vessants orientats al nord i els orientats al sud. El fet de trobar les geleres rocoses només al peu dels espadats indica una gènesi causada per la gelifracció de la roca, més que per l'erosió del gel. Aquest, que ocupa els intersticis dels blocs, permet el desplaçament de tipus plàstic de tota aquesta massa, la qual cosa origina la forma de lòbul que caracteritza la glacera rocosa.

Normalment el desplaçament és curt, d'uns 100-200 m, però si la glacera ateny un canvi de pendent, com en els casos de Cometes, Cometes de la Qüestió, i Cometes de Casesnoves, es desplaça molt més lluny, ajudada pel major pendent, i es produeix una separació entre lòbul i lòbul. El volum d'aquests dipòsits és en funció de les dimensions de la paret i no en funció de les dimensions del circ. Així, valls de reduïdes dimensions, com la de Cortiselles o la de Mussoles, presenten unes acumulacions molt superiors a les de Dellui, Murrano o Muntanyó de Llacs, de major superfície que les primeres. Això és causat per la presència de grans contraforts d'orientació nord que limiten aquestes valls. En el circ del Muntanyó de Llacs, malgrat ésser el de major superfície dels orientats al nord, s'hi troben les glaceres rocoses de dimensions més reduïdes, pel fet que aquest circ és excavat en materials paleozoics sedimentaris, la qual cosa ha originat uns relleus molt més suaus i una gairebé total manca d'espadats.

MORFOLOGIA RESULTANT D'ORIGEN PERIGLACIAL

En les fases posteriors a la desaparició dels gels quaternaris es desenvoluparen els fenòmens de tipus periglacial, donada l'existència d'un clima fred. En aquests moments és de gran importància l'acció del gel a causa dels processos originats per la successió dels cicles gel-desgel. Igualment, durant les glaciacions, l'acció morfogenètica periglacial tingué importància en els sectors propers a les neus permanents, on no existia un mantell de neu continu al llarg de l'any. A continuació es fa una anàlisi dels principals indrets caracteritzats per aquest tipus de fenomen: a) els nivells d'aplanament, on l'acció morfogenètica periglacial fou contemporània a l'existència de neus permanents, i que continuà funcionant amb posterioritat; i b) els vessants, on començà a actuar l'acció periglacial a mesura que anaren quedant lliures les geleres.

Els nivells d'aplanament

L'anàlisi granulomètrica dels materials de la superfície dels plans del Solà de Boí han proporcionat un resultat que fa deduir una antiguitat pre-glacial. Són constituïts per un 17,5 % de graves de diversos gruixos, un 29,5 % de sorres grolleres, un 18,0 % de sorres mitjanes, un 20,4 % de sorres fines, i un 16,6 % de llims i argiles. D'aquesta anàlisi es dedueix una antiguitat pre-glacial de la formació, perquè la gran quantitat de materials fins indiquen l'existència d'un llarg procés d'alteració, que si s'hagués iniciat amb posterioritat a la retirada dels gels no hauria pogut donar aquesta proporció de fins. Si aquests materials són d'origen pre-glacial és que durant l'època glacial van romandre *in situ*, la qual cosa fa suposar que, en aquest indret, no s'hi va instal·lar cap gelera, ja que altrament s'hauria endut el substrat al·terat.

Aquest sector, com que no va estar ocupat pels glaços durant l'últim màxim glacial, es veié afectat per una morfogènesi de tipus periglacial intens a causa de l'altura. La presència d'un pergelisòl va donar lloc a una gelifracció profunda que possibilità l'existència d'una microgelifracció, la qual cosa afavoreix la formació de les partícules mida llim. De la mateixa ma-

nera, a la superfície es produí una macrogelifracció de la roca que donà com a resultat la presència de grans blocs, els quals es troben sobretot a les parts altes dels plans, i que són blocs residuals d'antics ressalts rocosos (*tors*).

Els vessants

A mesura que els gels quaternaris anaren descobrint els vessants, començaren a actuar els processos característics del clima periglacial, amb la qual cosa aquests vessants iniciaren la seva evolució cap a la regularització.

El tret més característic dels vessants de la vall d'Aigüestortes, principalment de l'estany Llebreia en avall, ve marcat per una dissimetria molt clara entre un vessant i l'altre. El marge esquerre, orientat al nord, es presenta gairebé totalment regularitzat amb un perill sense sinuositats, des del fons de la vall fins a la carena de la serra de Martillac. En canvi, però, el vessant dret o d'orientació sud es presenta en molts indrets com un espatat de gran verticalitat. Normalment el fenomen dels vessants regularitzats es produeix en major proporció als sectors orientats al sud, ja que el nombre de cicles gel-desgel hi són més abundosos que no pas a les obagues. En aquesta vall, el fenomen resulta tot al contrari.

La causa que explica aquest fet anormal, cal cercar-la en el factor litològic. El marge dret, solana, és format per materials granítics, més durs que els del marge esquerre, obac, format per pissarres silurianes i calcàries devonianes, més fàcilment gelifractables. En el marge esquerre han estat molt més abundosos els fenòmens solifluidals, ja que els materials tous han propiciat una major presència de materials fins, que han facilitat els processos de solifluxió, fet que dona com a resultat un vessant regularitzat. En el vessant dret, de litologia granítica, gairebé no han actuat els fenòmens de solifluxió, perquè la naturalesa de la roca no ha permès una gelifracció de partícules petites. En aquest vessant han tingut una certa importància els processos de gelifracció, que han acumulat força dipòsits d'esbaldregalls al peu, però no han arribat, ni de bon tros, a un perfil de vessant regularitzat. Com a conclusió es pot dir que en aquest marge dret

el procés és més lent que al marge esquerre, en funció de la diferent litologia.

Aquest factor litològic ha fet també que el vessant orientat al nord actués en forma de despreniments en massa. La mostra més clara d'aquest fet es troba en els esbaldregalls de vessant que obturen l'estany Llebreta. Més amunt, en parlar del perfil longitudinal de la vall glacial, s'ha esmentat el fet que l'estany Llebreta no era d'origen glacial com sempre s'havia considerat (GARCÍA SÁINZ, 1935; MARTÍ BONO & PUIGDEFÀBREGAS, 1968). El fet que explica l'existència d'aquest estany és un despreniment de materials en massa, que des dels contraforts del Bony Blanc s'han precipitat fins al fons de la vall, i ha produït l'obturbació que ha originat l'esmentat estany. A continuació s'exposen els criteris que fan descartar el possible origen glacial d'aquest llac.

El Llebreta no és cap cubeta de sobreexcavació, ja que no presenta cap mena de llindar rocós. La incisió del llit fluvial a partir del desguàs del llac permet de veure la constitució dels materials que el barren. Amb aquesta incisió es constata l'existència d'un gran amuntegament de blocs diversos, però no apareix enlloc cap barra rocosa. Un altre factor que contradia l'existència de la sobreexcavació és el fet que la zona frontal presenta una minsa profunditat: entre 1 i 2 m. Els primers 100 m, des del desguàs cap al centre del llac, tot just arriben als 3 m de fondària. Els llacs originats per la sobreexcavació glacial presenten una profunditat en el sector frontal semblant o lleugerament inferior a la del centre del llac, cosa que aquí s'esdevé a l'inrevés.

Si l'obturbació del llac fos d'origen morrènic, possibilitat també esmentada pels autors més amunt citats, els materials que el barren, presentarien una gran proporció de blocs granítics, atès que totes les valls que alimentaven la principal són excavades en aquest tipus de material, llevat d'una. Això no succeeix, ans al contrari, hi ha un predomini gairebé total de blocs de calcària devoniana metamorfitzada. Alguns dels blocs tenen mides de l'ordre dels 70-80 m³; blocs d'aquestes dimensions no són propis de cap mena de morrena.

La gran massa de blocs que obtura l'estany Llebreta només pot provenir dels contraforts del Bony Blanc, situats verticalment sobre el marge esquerre del llac, ja que litològicament hi ha una exacta

coincidència. La gènesi del dipòsit és conseqüència d'un despreniment en massa, perquè si fossin esbaldregalls de gravetat formarien un talús al peu de la paret, mentre que aquesta acumulació presenta una disposició en llengua allargassada, que arriba fins al vessant oposat, omplint tot el fons de la vall.

Hi ha alguns blocs granítics enmig d'aquest amuntegament, que en principi podrien fer creure en l'origen morrènic de tot aquest material, dipositat en una fase de recessió glacial. La seva presència aquí s'explica com una part integrant del cordó morrènic lateral del marge esquerre, que el despreniment en massa s'endugué, barrejant-los amb els materials esllavissats.

RESUM

La primera conclusió, a nivell general del sector, és que la vall d'Aigüestortes es veié afectada per l'acció morfològica dels gels que s'hi installaren durant el Pleistocè.

Les nombroses línies de fractura, condicionaren des d'època terciària la disposició de la xarxa fluvial pre-glacial. L'acció del gel no ha transformat aquesta disposició de les valls fluvials, sinó que solament les ha retocades.

Com a mínim, la gelera principal va atènyer uns 350 m de gruix, ja que s'han localitzat en diversos indrets cordons morrènics en aquestes altures.

Per la situació de les cubetes de sobreexcavació de la vall principal en els punts de confluència amb les valls laterals, es dedueix que l'augment de pressió del gel va contribuir a la formació d'aquestes cubetes.

No s'ha pogut concretar el nombre de pulsacions glacials que afectaren la ribera de Sant Nicolau, a causa del fet que s'ha treballat en una zona on predomina molt més l'erosió que no pas la sedimentació. Totes les formes d'acumulació d'origen glacial són del darrer màxim glacial, i si van existir restes d'un altre període anterior, els glaços del darrer màxim se les endugueren.

Hi ha una dissimetria climàtica molt marcada entre un vessant i un altre (N i S), que ha originat la presència de geleres rocoses sols a les valls orientades al nord.

A partir de la desaparició dels gels, i la instal·lació d'un clima periglacial, s'inicia

el procés de regularització de vessants, amb uns resultats contraris del que fóra normal, ja que són els vessants orientats al N, i no els orientats al S, com s'esdevé normalment, els que es presenten regularitzats. Això és degut a la diferència litològica i estructural d'un vessant respecte de l'altre.

S'ha demostrat l'origen no glacial de l'estany Llebreta, malgrat l'opinió existent fins al moment. Aquest estany no s'ha originat ni per una sobreexcavació, ni per una obturació morrènica, i és producte directe d'una obturació originada per un despreniment en massa de materials del vessant orientat al nord.

BIBLIOGRAFIA

CHARLET, J. M. 1974. Les grands traits géologiques du Massif de la Maladeta (Pyrénées centrales). VII Congr. Int. de Est. Piren. La Seu d'Urgell 1974. Resum. Comun. presentadas con anterioridad al congreso.

- DALLONI, M. 1913. Stratigraphie et Tectonique de la Region des Nogueras (Pyrénées Centrales). *Bull. Soc. Géologique de France*, XIII: 243-263.
- DALLONI, M. 1930. Étude géologique des Pyrénées catalanes. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, XXVI (III): 1-373.
- GARCÍA SÁINZ, L. 1935. Morfología glacial y preglacial de la región de la Noguera (Cuenca Cinca Segre). *Bol. Soc. Gea. Nac.*, LXXV: 64-130.
- GARCÍA SÁINZ, L. 1940. Las superficies de erosión que preceden a los glaciares cuaternarios del Pirineo Central y sus recíprocas influencias. *Estudios Geográficos*, 1: 45-73.
- MARTÍ BONO, C. E. & PUIGDEFÀBREGAS, C. 1968. Estudio del Parque Nacional de Aigües Tortes y Lago San Mauricio: geología y geomorfología. *Centro Pirenaico Biología Experimental*, 2: 7-37.
- MARTÍ RIBA, J. 1977. Aportacions a l'estudi de la vall de la Noguera de Tor. *Muntanya*, 693: 475-481.
- SERRAT, D. 1979. Rock glacier morainic deposits in the eastern Pyrenees. In: *Moraines and Varves* (Ch. Schlüchter, Ed.): 93-100. Balkena. Rotterdam.
- SOLÉ SABARÍS, LI. 1936. Els llacs del Pirineu segons Nussbaum. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 36: 107-115.
- SOLÉ SABARÍS, LI., FONTBOTÉ, J., MASACHS, V. & VIRGILI, C. 1954. Elementos estructurales de la zona axial en el Alto Ribagorza. *Actes du 2ème Congr. Int. d'Etud. Pyrénéens*. Luchon-Pau.
- SOLÉ SABARÍS, LI., VIRGILI, C. & ALIMEN, H. 1957. Livret guide de l'excursion N^o Pyrénées. VIIème journée. V. Congr. Int. INQUA. Barcelona.