

Empremptes glacials i periglacials a la serra d'Enclar (Andorra)*

Santi Pocino

La Serra d'Enclar, una muntanya ben individualitzada

Situada de ple en el sud-oest del Principat, la serra d'Enclar esdevé una compacta unitat muntanyosa molt ben diferenciada dels massissos i serres de l'entorn. Està delimitada pels rius de Montaner al nord, Valira del Nord a l'est i Gran Valira al sud-est.

Un tram de la serra, concretament des del pic d'Enclar fins al contacte amb el riu d'Os, serveix de frontera política entre Andorra i Espanya. Precisament, el riu d'Os pel sud i l'oest, i el torrent de Montaner pel nord-oest, ja en terres de l'Alt Urgell, acaben de delimitar-la. De fet la Serra d'Enclar esdevindria talment una illa muntanyosa si no fos per la collada de Montaner que l'enllaça pel nord amb el pic del Cubil i el conjunt de muntanyes que envolten el poble de Pal.

La màxima alçada del massís és el Bony de la Pica amb 2.404 m, seguit pel pic d'Enclar amb 2.382 m i el pic de Carroi amb 2.334 m. Aquestes alçades, tot i ser modestes en el context d'Andorra, són superiors a la majoria de serres properes: serra del Solà, serra Plana, serra de Teix, serra del Cussol, serra de Padern, serra d'Encamp o el mateix Pic del Cubil. Aquesta característica i la seva esvelta silueta, accentuada pels forts desnivells de les valls que el delimiten, el fan clarament identificable des de qualsevol punt on sigui visible.

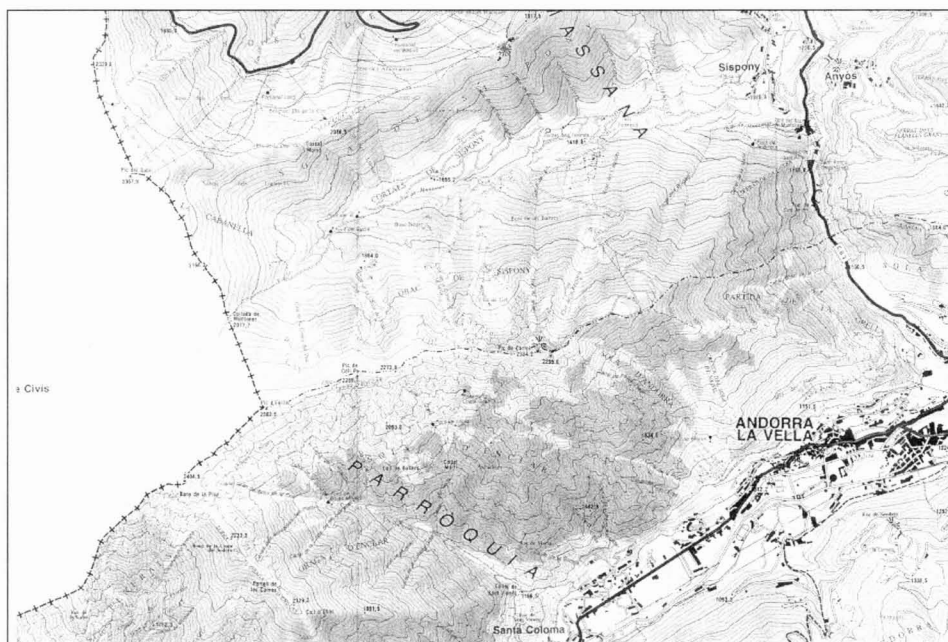
* Aquest treball ha obtingut el Premi Lluís Casassas i Simó en la seva cinquena convocatòria.

La serra presenta una preferent disposició oest-est, però en el seu tram més occidental, just en el Bony de la Pica, se'n desprèn una carena secundària que fa un gir de 180°, formant una mitja lluna al mig de la qual hi ha instal·lat el riu d'Enclar.

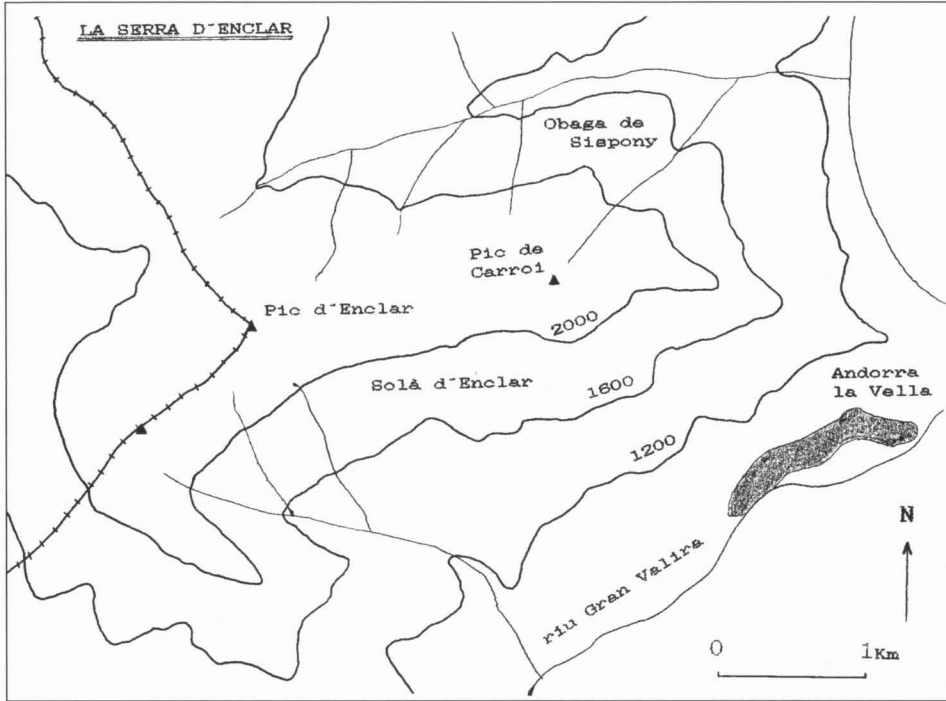
Destaca el contrast dels vessants tant pel que fa a l'orografia com per la coberta vegetal. El vessant sud del massís és molt dret. S'eleva bruscament 1.400 m per damunt d'Andorra la Vella en una escassa distància d'1,5 km en línia recta. El fet que el massís es trobi en aquest sector vorejat per una antiga cubeta glacial en ressalta el seu aspecte abrupte. El vessant septentrional no presenta un desnivell tant accentuat, però l'especial actuació glacial li confereix singularitat respecte les muntanyes veïnes. L'assimetria de la vegetació segons el vessant és espectacular. L'orientada al nord està ocupada per una densa i uniforme coberta vegetal d'espècies alpines i eurosiberianes, principalment pi negre, avets, bedolls i neret. Per contra, a la cara sud hi ha una diversitat més gran. La distribució d'espècies és en funció de la posició relativa que ocupen al vessant (fondalades, zones pedregoses, alçada...). Destaca la presència d'espècies mediterrànies —com l'alzina— que possiblement obtenen aquí el seu sostre altitudinal de tot Andorra. Les parts superiors de la serra estan recobertes ambdues bandes per prats alpins de festuques i matollars de bàlec i ginebró.

Paisatgísticament, la serra d'Enclar transmet una sensació molt feréstega, amb vessants agrests i poc proclius a l'assentament humà. De fet, en tot el massís només trobem el petit nucli d'Aixàs. Les altres poblacions més properes se situen als seus peus però sempre evitant els desnivells més agressius. Fent una rotllana al voltant seu trobem Os de Civís, Beixessarri, Aixovall, la Margineda,

Mapa 1
Mapa topogràfic de la zona d'estudi



Mapa 2 Esquema de la zona de la Serra d'Enclar



Santa Coloma, Andorra la Vella i Sispony. L'actual ocupació humana del massís es redueix a una minsa presència agrícola i ramadera, concentrada a les parts més baixes, especialment pels volts dels cortals de Sispony i Os de Civís, sense oblidar la presència d'un important centre repetidor dalt de l'estratègic Pic de Carroi.

El substrat geològic

La serra d'Enclar està constituïda bàsicament per dos tipus de materials. La zona de contacte coincideix a grans trets amb la carena del massís. El vessant sud està format per materials granítics (granodiorita) mentre que al nord hi tenim esquists micacis pertanyents al Carbonífer prehercinià. A més a més, en aquest vessant afloren en la seva part inferior unes calcàries alternants amb esquists del Devonian. Finalment, coincidint amb el tàlveg del riu Montaner, tenim uns esquists del Silurià.

El substrat esquistós de la cara nord, molt tou i fàcilment trencadís, és essencial per entendre la gran potència dels dipòsits de material allà instal·lats. També és significatiu que els cons d'esbaldregalls més importants del vessant sud ho són d'esquistos, en la franja que aquest substrat traspasa la carena. Per contra, el gra-

nit de la mateixa cara sud, més resistent, ha deixat formes característiques de superfície polida i rascljada al Roc d'Enclar, fet del tot absent en materials tous.

El relleu preglacial

El relleu previ a la instal·lació de les glaceres és el resultat de diverses orogènies i processos erosius esdevinguts durant milions d'anys. Cal pensar que a les muntanyes d'Andorra s'han arribat a datar materials amb una antiguitat de mil milions d'anys.

Malgrat aquesta llarga existència, fou durant l'Era Terciària i concretament en l'orogènia Alpina quan es constitueix el relleu bàsic sobre el qual incidiran les glaciacions quaternàries.

L'episodi s'esdevingué cap a la meitat del Cretaci quan la placa Ibèrica entrà en contacte amb l'Europea. De resultes de l'impacte s'originà la gran cadena muntanyosa que són els Pirineus. Un cop finalitzats tots els plegaments es produeix un període de relativa calma orogènica, caracteritzat per l'actuació dels elements erosius que provoquen un envelliment en la morfologia dels primitius cims.

Com a herència directa del Terciari, han perviscut les extenses planures o «calms» del sud-est del Principat. A Enclar no s'hi troben però sí al proper pic del Cubil. Es tracta de restes d'antigues superfícies d'erosió formades a partir de l'Eocè (GÓMEZ ORTIZ, 1996). La discreta actuació glacial posterior retallà la seva primitiva extensió, però no les féu desaparèixer.

Més endavant, durant el Miocè, es produeix un altre fenomen clau en la configuració del relleu preglacial. Es tracta de l'enfonsament de la fossa tectònica de la Cerdanya-Seu d'Urgell. La seva conseqüència directa és un notable descens del nivell de base dels rius nascuts a les muntanyes andorranes. La nova situació afavorirà l'encaixonament de la xarxa fluvial i l'actuació d'una erosió remuntant. L'acció dels rius suposa un primer rejuveniment del relleu madur hereditat. D'altra banda, les incisions de rius i torrenteres en les capçaleres seran el millor suport sobre el qual es desenvoluparan les futures glaceres quaternàries.

La xarxa fluvial preglacial ja queda configurada d'una manera similar a l'actual al final de l'orogènia alpina. La tectònica jugà un paper molt important: les valls fluvials seguiren les traces de les principals fractures (TURU, 1997). Un bon exemple és el riu d'Enclar.

Aproximació al glacialisme

Durant l'era quaternària, iniciada fa uns 2 milions d'anys, la Terra ha sofert diferents refredaments a escala planetària. Per la seva forta incidència sobre el medi i els éssers vius, se'ls coneix com a crisis quaternàries. Aquests esdeveniments, concentrats en el període Pleistocè, comportaren una extensió de les zones sota un domini morfoclimàtic glacial i una reorganització latitudinal de la resta de climes.

A les nostres latituds mitjanes, les crisis quaternàries del Pleistocè possibilitaren la presència temporal de grans masses de glaç en el sistema muntanyos. Això fou així per l'alternància de períodes glacials i interglacials.

Les grans masses de gel —acumulades aprofitant les condicions climàtiques— un cop posades en moviment, generaren un seguit de processos geomorfològics. Es poden agrupar en tres de principals: processos erosius, processos de transport i processos sedimentaris o deposicionals. Avui dia, milers d'anys després, els seus resultats són encara ben notoris.

El darrer cicle glacial als Pirineus

Fa uns 50.000 anys la glaciació del Würm arribava a la seva màxima extensió. Es tractava de la darrera gran glaciació quaternària que afectaria —o ha afectat fins ara— als Pirineus. L'evolució climàtica posterior ha tendit cap a una suavització; en conseqüència, les masses de glaç que havien arribat a ocupar totes les valls importants, iniciaren un irreversible retrocés. Primer abandonaren els fons de les valls, posteriorment quedaren recloses en els circs més elevats, per acabar desapareixent progressivament.

Aquest darrer cicle glacial s'allargà amb diferents estadis d'avanços i retrocessos fins a tant sols 11.000 anys BP. Arribats aquest moment s'entra en el Tardiglacial, període de transició entre el Pleistocè i l'Holocè que significa el retrocés definitiu dels gels.

Ara per ara, una de les principals qüestions a resoldre és l'establiment d'una cronologia absoluta de les diferents glaciacions que incidiren als Pirineus, així com de les seves fases d'avanços, estabilització i retrocés. Una referència obligada han estat els estudis paral·lels realitzats als Alps. En aquella serralada s'han pogut datar quatre grans glaciacions —Gunz, Mindel, Riss i Würm— a partir de morenes de retrocés.

Darrerament també han aparegut importants aportacions en la cronologia de les glaciacions al vessant meridional dels Pirineus. Destaca, per la seva vocació globalitzadora de tota la serralada, la proposta de J. Bordonau (1992). Es tracta d'un treball basat en estudis sedimentològics a les altes conques de l'Èssera i la Noguera Ribagorçana que proposa un seguit de fases i la seva cronologia absoluta per al darrer cicle glacial als Pirineus. Malgrat fonamentar-se en dades del sector central del massís —amb una dinàmica diferent de la part oriental— pot resultar orientatiu i introductori a l'acció dels gels a les Valls d'Andorra:

- les fases d'estabilització pre-màxim anteriors a 50000 anys BP
- la fase de màxim glacial entre 45000-50000 anys BP
- la fase d'estabilització post-màxim entre 31000-45000 anys BP
- la fase de glaceres de vall anterior a 26000 anys BP
- la fase de glaceres d'altitud entre 13000-16000 anys BP
- la fase de glaceres rocalloses entre 10000-11000 anys BP
- la Petita Edat del Gel entre 100-300 anys BP

De les possibles glaciacions anteriors se'n sap ben poc. Se n'han trobat rastres difusos en diferents indrets de la serralada però no s'han pogut datar amb exactitud. En tot cas hi ha força coincidència entre els estudiosos en considerar com a provada l'existència de glaciacions antigues als Pirineus.

El pas dels gels quaternaris per Andorra

Pel que fa a Andorra, alguns autors han fet propostes de cronologia a escala local (PRAT, 1980; VILAPLANA, 1985; GÓMEZ ORTIZ, 1996; TURU i BORDONAU, 1995), però referides també només al darrer cicle glacial. De fet, en el cas concret d'Andorra no resulta gens fàcil determinar el nombre de glaciacions que van actuar. El relleu encaixonat, l'acció erosiva de les aigües de fusió i la darrera acció del Würm fan molt difícil trobar evidències de glaciacions anteriors. No hi ha unanimitat en considerar l'existència de rastres que indiquin la seva presència. Llobet (1947) creia segura l'existència de dues glaciacions, mentre que Vilaplana (1985) afirma no haver trobat restes més que d'una.

En tot cas el Würm i les altres glaciacions que poguessin haver intervingut durant el Pleistocè, van significar una important remodelació del relleu preexistent, al qual van transformar significativament rejuenint-lo i dotant-lo d'una major vigrositat.

Les condicions climàtiques del darrer cicle glacial van convertir el gel en el principal element modelador del paisatge. Allà on aquest era permanent (circs, valls glacials...), el sistema morfogènètic glacial s'imposava als altres processos, mentre que a les zones on només tenia presència estacional (espaldats, zones ventades, marges glacials...) els processos periglacials eren els predominants.

En general, els autors que han estudiat detalladament l'acció dels gels quaternaris a Andorra coincideixen en assenyalar que l'acció d'aquests va estar condicionada al relleu preexistent i que la seva acció morfogènica va ser limitada. En la seva monografia sobre Andorra, Salvador Llobet (1947) definia l'actuació glacial coma discreta. M.C. Prat (1980) en l'estudi geomorfològic de les valls d'Andorra destaca el paper fonamental de la litologia i de la tectònica en tant que van guiar l'acció glacial. Aquesta idea es reiterada per J.M. Vilaplana (1984) en afirmar que les glaceres de vall que s'instal·laren durant el quaternari en el Pirineu andorrà aprofitaren les valls fluvials preexistents produint un eixamplament del fons de vall i un redreçament de vessants. Una altra característica definitòria del glacialisme al Principat rau en el seu paper de retoc del relleu precedent. Així, A. Gómez Ortiz (1996) assenyala que les masses gelades sempre van quedar subordinades a les configuracions del terreny i mai no aconseguiren trencar les línies mestres del relleu preexistent.

Prenent com a referència el marc dels Pirineus, les glaciacions quaternàries a Andorra les podem considerar de transició entre els Pirineus centrals, on deixaren una empremta molt més vigorosa, i els Pirineus Orientals, on la seva

actuació fou més atenuada a causa de la presència de la Mediterrània. L'orientació general a migdia de les valls d'Andorra explica en bona part l'actuació limitada del glaç, sobretot si ho comparem amb el desenvolupament aconseguit per les llengües glacials al vessant de l'Arieja.

Tot i la seva actuació més aviat modesta, cal tenir present que en el període de màxim glacial més del 60% del territori andorrà estava cobert pel glaç (PRAT, 1980). Totes les valls importants estigueren cobertes per masses de gel. Aquestes, igual com avui ho fa la xarxa fluvial, s'articularen a través de les valls del Valira d'Orient i del Nord que confluïren en el Gran Valira. Segons V. Turu (1994), la màxima extensió de la llengua glacial del Gran Valira arribà com a mínim a l'antiga gravera de Sant Julià de Lòria a 860 m, ja al límit amb Catalunya. Des del circ de Pessons, on naixia, fins aquí, la llengua glacial va arribar a assolir 34 km.

Pel que fa a la seva potència, cal assenyalar que s'han identificat morenes laterals 350 metres per damunt de l'actual llit del riu a l'alçada d'Engolasters, per bé que hi ha diferents opinions sobre si aquests dipòsits pertanyen al Würm o al Riss. Les crestes, circs i valls glacials que avui defineixen el paisatge andorrà són fruit de l'afaiçonament exercit pel gels quaternaris en el relleu preexistent: eixamplant valls, esculpint crestes i agulles o excavant circs i estanys. Així, el gel quaternari no trencà les línies mestres del relleu preglacial, però sí que el modelà notablement. El relleu que avui presenta Andorra és la seva herència.

L'acció del gel a la serra d'Enclar

L'empremta glacial a la serra d'Enclar presenta un interès especial per dos motius. En primer lloc, perquè hi trobem probablement els circs desenvolupats a menor alçada d'Andorra; i en segon lloc, perquè constitueix les restes més evidents del glacialisme al sud-oest del Principat si exceptuem la llengua glacial del Gran Valira.

En tot cas, el primer aspecte a ressaltar de l'acció dels gels a Enclar és la seva acció molt limitada. En cap altre serra se li escauria tant bé la qualificació de retoc; més encara si tenim en compte que es va centrar principalment en el vessant nord, especialment a l'obaga de Sispony.

Dins del context del glacialisme a les valls andorranes, la Serra d'Enclar restà en una posició perifèrica i marginal, ja que les petites glaceres que s'hi inscriviren quedaren aïllades del gran sistema glacial col·lector del Valira d'Ordino. Així també en aquest aspecte la serra d'Enclar es mostra ben individualitzada i específica.

Dos factors van condicionar en gran manera la morfogènesi glacial a Enclar: l'alçada modesta de la serra i la seva orientació.

Una alçada modesta

El punt culminant de la Serra és el Bony de la Pica amb 2.404 m. A continuació tenim el Pic d'Enclar, amb 2.382 m, el Pic de Carroi, de 2.334 m i el pic de Coll Pla, de 2.289 m. Es tracta d'unes alçades més aviat discretes en el context dels Pirineus, idea que es veu reforçada si tenim en compte on se situà el nivell de neus permanents durant el màxim glacial. Prat (1980) situa la línia d'equilibri glacial a 2.000 m pels vessants nord i a 2.300 pels vessants sud. Resulta evident que tant sols queda una franja molt petita de muntanya on era possible el desenvolupament de processos glacials. A més a més, la conca d'alimentació de les glaceres que s'hi instal·laren fou necessàriament ben minsa.

L'orientació, contrast solana-obaga

La preferent disposició oest-est del massís d'Enclar configura una accentuada asimetria entre el vessant orientat a migdia i l'encarat a tramuntana. La notable diferència en el grau d'incidència dels raigs solars permeté una actuació destacable del gel permanent a l'obaga de Sispony i alhora gairebé inexistent en el vessant meridional. El factor orientació va permetre que es desenvolupessin coetàniament processos diferents. Mentre al vessant nord en la seva part més elevada hi actuà un sistema morfogènic glacial, el vessant sud estigué quasi en la seva totalitat sota el domini periglacial.

El sistema periglacial s'imposà allà on el glaç cobria només transitòriament la superfície. Això es produí principalment en els indrets sotmesos a una forta radiació solar i/o a una intensa acció èolica que escombrava la neu. D'aquesta activitat diferenciada —condicionada per l'orientació— en són una bona mostra les formes resultants.

El Solà d'Enclar

En parlar del Solà d'Enclar es fa referència a tot el vessant sud del massís. En sentit estricte només n'és una part ja que també s'hi troben el Solà d'Andorra i el Solà de Nadal.

Durant les glaciacions quaternàries, el Solà d'Enclar estigué gairebé totalment lliure de gel permanent; no pas així de gel estacional, que esdevingué l'agent morfogenètic dominant. En aquest context, els processos de gelifracció, gelifluxió i en menor grau el *pip-crake* foren els més destacables. Altres processos típics d'aquest sistema d'erosió, com ara la criotorbació, no han deixat cap empremta destacable en no comptar amb una orografia favorable (manca de replans i d'espais mal drenats).

Cal afegir també l'acció de la neu —els processos nivals com ara les allaus— i especialment de les aigües de fusió. La seva força erosiva, afavorida per l'es-

estructura diaclassada del granit, ha aconseguit obrir múltiples incisions al vessant.

Tots aquests processos devien actuar amb gran intensitat, provocant la fragmentació de la roca i el desplaçament de material cap a la base de la muntanya (avui dia, al Principat, continuen funcionals en les zones més elevades i lliures de vegetació). En el període de màxim glacial els materials quedarien barrats a mitja alçada per la glacera de vall del Gran Valira, passant a engrandir la morena lateral. En el postmàxim i especialment en les fases de retrocés amb la retirada de la llengua glacial del fons de la vall, el material generat i desplaçat pel vessant passà a tenir via lliure per arribar al fons de la cubeta, ajudant tímidament al seu rebliment i sobretot regularitzant el pendent del massís.

Aquesta dinàmica general només té l'excepció en la petita glacera que aconseguí instal·lar-se a la capçalera del riu d'Enclar, a la canal gran del Bony de la Pica. Aquesta pretèrita presència, ja observada per Turu (1997), es deu bàsicament a l'orientació est —i no pas sud— de la Canal i en estar clarament per damunt els 2.300 m. El circ, amb una reduïdíssima conca d'alimentació, només actuà en una fase incipient, de manera que l'ajut de la fotografia aèria ha estat molt important en la seva identificació.

Els dipòsits d'esbaldregalls de gravetat

Altrament coneguts com a dipòsits d'enderrocs de gravetat, són les formes més destacables de l'activitat periglacial al Solà d'Enclar. Es tracta d'uns dipòsits de volum considerable i majoritàriament heredats de períodes anteriors. Són fruit d'unes condicions climàtiques més extremes i ja han estat esmentats en treballs anteriors per Llobet (1979) i Gómez Ortiz (1996). La seva gènesi respon a l'acció de la gelifracció. Els gelifractes generats es desplacen pendent avall per caiguda segons el component gravitacional i s'acumulen al peu de les seves fonts d'alimentació, adquirint generalment —no sempre— una forma cònica. El lloc comú on es formen és al peu dels corredors d'allaus, de canals formades aprofitant una debilitat tectònica, o al peu de parets abruptes.

Principalment trobem aquestes formacions escampades a la falda sud-est del Pic de Carroi, just al damut d'Andorra la Vella. Al Solà de Nadal n'hi ha un seguit en coalescència, esdevenint una mena de talús que entapissa gran part del vessant. D'aquest mateix tipus n'hi ha al vessant nord (al congost de Sant Antoni), per bé que de dimensions més mediocres i en un avançat estat de fossilització (probablement la seva orientació nord ha facilitat la colonització vegetal).

El dipòsit de més envergadura i ben individualitzat es troba al Solà d'Andorra. De fet, es tracta d'un dipòsit que també cal considerar com un con de dejecció. Amb un origen periglacial, és alimentat en l'actualitat més aviat per processos nivals (allaus) i torrencials. La seva conca d'alimentació, ben definida, la delimiten la cresta del Solà de Nadal i un contrafort que deriva directament del pic de Carroi. Les canals d'allaus, convertides la major part de l'any en

torrenteres, articulen l'aportació de material. Les seves incisions ja són ben definides pocs metres avall de la carena cimera, com el cas de la Canal de Pedra Plana.

Totes aquestes formacions estan compostes per fragments de roca de mida diversa, quasi sempre angulosa. El nom popular que reben és el de tarteres, per bé que els dipòsits compostos per gelifractes molt menuts i rodoladissos se'ls coneixen per clapisses.

Actualment la majoria dels dipòsits no presenten gaire funcionalitat a causa de la manca d'aportacions. No obstant, tots aquells que encara no estan fixats per la vegetació es troben en una situació d'equilibri precari, i esdevenen formacions vulnerables a la inestabilitat que per definició tenen tots els pendents pronunciats.

En canvi, el con de dejecció abans esmentat del Solà d'Andorra, sí que cal considerar-lo avui dia com a actiu, a causa de la plena vigència dels processos



Conca d'alimentació i con de dejecció del Solà d'Andorra. Tot i el seu origen periglacial, en l'actualitat són els processos nivals i sobretot torrencials els que aporten material al dipòsit. En destaca la característica forma de ventall i els soles produïts per les darreres aportacions.

nivals i torrencials, sense oblidar la gran energia del relleu on s'inscriu. L'aparent estat de biostàsia no ha de portar a engany. Entre d'altres factors desconeixem el període de retorn de pluges o nevades excepcionals que poden propiciar gran quantitat d'arrosegalls, ampliant notablement el volum del dipòsit.

La presència de vegetació per gairebé tot el vessant cobrint el substrat és el factor clau que evita una major funcionalitat dels dipòsits. Això és encara més evident si fem referència als règims tèrmics actuals. Segons les dades recollides per A. Gironella (1991) a la veïna estació d'Engolasters, a 1.620 m, per al període 1940-1989 hi va haver un mitjana anual de 242'4 oscil·lacions a l'entorn dels 0°C. Estacionalment es van distribuir el 48% a l'hivern, 35% a la primavera, 16'6% a la tardor i 0'4% a l'estiu.

Es tracta d'unes condicions climàtiques que possibiliten la producció d'esbaldregalls, però que també afavoreixen el desenvolupament de la massa vegetal (temperatura mitjana mensual sempre positiva). Aquestes dades confirmen la fràgil estabilitat dels dipòsits. Qualsevol alteració de les condicions actuals, bé d'assentament del material o bé del recobriment vegetal, pot trencar l'estat d'equilibri, provocant una reacció en cadena que comporti finalment esllavissades d'indesitjables conseqüències, i per això és del tot desaconsellable remoure artificialment la base dels dipòsits o l'edificació en zones properes. Aquest evident risc, ja assenyalat a *El Patrimoni Natural d'Andorra* (FOLCH *et alii*, 1979) no sembla haver aturat temeràries actuacions antròpiques a la zona.

La llengua glacial del Gran Valira

La falda del Solà d'Enclar durant el període glacial estigué sotmesa a una dinàmica diferent de la resta del vessant. La raó està en la presència de la llengua glacial del Gran Valira. Aquesta glacera, en el període de màxim glacial, devia adquirir una gran potència ja que era el resultat de la confluència de les glaceres del Valira del Nord, el Valira d'Orient i del Madriu. Les empremtes més evidents d'aquesta pretèrita presència s'han trobat al Roc d'Enclar (Turu, 1997). Aquest autor calcula un gruix de 400 m de la glacera en aquest punt, trobant diferents dipòsits morènics fins als 1.600 m d'alçada a la vall d'Enclar. D'altra banda, a la superfície granítica d'aquest turó troba fractures i modelats provocats per la càrrega subglacial que transportava la glacera.

Al vessant d'Enclar també es conserva, encara que una mica desdibuixada, la morfologia de vall en U. El pas de l'antiga gran llengua de gel és més evident en els trams rocosos abruptes. Per exemple, la cresta del Solà de Nadal, cap als 1.300 m queda literalment tallada per una brusca ruptura de pendent. El llom que deriva de la carena cimera esdevé una paret d'inclinació gairebé vertical, al peu de la qual s'hi han format espesos dipòsits d'enderrocs.

Al vessant oposat (l'obaga d'Andorra, ja fora de l'àmbit d'estudi d'aquest treball) es mantenen uns relleus més evidents, especialment a l'alçada del Roc de Senders.

La important massa de glaç excavà el substrat eixamplant-lo i aprofundint-lo, redreçà els vessants, i també devia generar grans morenes laterals. No obstant, un cop desapareguda, l'agressiva actuació dels mecanismes periglacials ha transformat completament el paisatge, emmascarant o eliminant les antigues formes: la constant aportació de les aigües de fusió ha reblert de sediments l'antiga cubeta glacial, situada on avui dia hi ha Andorra la Vella, mentre que la falda del massís d'Enclar ha estat recoberta per materials generats principalment per gelifració.

L'obaga de Sispony

A l'obaga de Sispony les formes resultants, com a mínim les més destacables, tenen el seu origen en la presència de gel permanent. Es tracta de formacions d'origen glacial posteriorment remodelades per una intensa acció periglacial. Cal tenir present que un cop finalitzat el Würm, l'evolució del clima comportà l'extensió de les zones amb un règim periglacial. El nou sistema dominant ha actuat tendint a emmascarar i desfigurar les anteriors formes.

Les petites masses de gel que aconseguiren instal·lar-se durant el quaternari efectuaren una destacable acció erosiva. El gel excavà les capçaleres del vessant i evacuà el material cap a la falda de la muntanya. Com a resultat, deixaren les característiques formes dels processos glacials, tant erosives com deposicionals. Les que han arribat més nítides als nostres dies són els circs glacials.

Els circs

A l'aiguavés que s'estén des del pic d'Enclar fins al pic de Carroi són ben identificables cinc incisions que excaven i trenquen la regularitat de la costa. Corresponen a cinc petites glaceres de circ funcionals durant el Würm. Es tracta de glaceres que van quedar recloses en la seva concavitat o en el millor dels casos van emetre una petita llengua. La reduïda conca d'alimentació i el baix nivell de la cresta van impedir-ne un major desenvolupament. No hi va haver possibilitat que totes elles confluïssin a la vall del riu Montaner i constituïssin una glacera de vall, tipus alpina.

La toponímia local s'ha encarregat de ressaltar la presència d'aquests accidents geogràfics amb el nom de «clots». D'oest a est trobem: el Clot de la Coma del Prat, el Clot de la Coma del Pou, el Clot de la Coma de la Sella, el Clot del Gel i el Clot de la Rectoria. De tots ells, el Clot del Gel és el que millor conserva la característica forma d'anfiteatre.

A causa de la seva proximitat i al fet d'estar instal·lats en un mateix vessant, presenten unes característiques força comunes:

- Orientació: tots estan orientats preferentment al nord amb només lleugeres oscil·lacions. Els dos més occidentals a N 345° (lleugerament nord-oest), els dos centrals plenament nord, i el més oriental N 30° (nord-est)
- Substrat: sobre esquists del Carbonífer. Els Clots de la Coma de la Sella i de la Coma del Pou també tenen una porció sobre granodiorita
- Nivell de cresta: entre els 2.250 i els 2.300 m
- Nivell de base: de 1.870 m (Clot del Gel) a 1.980 m (Clot de la Coma del Prat).
- Extensió (aproximada): Clot de la Coma del Prat 10'8 ha, Clots de Coma del Pou, Coma de la Sella i de la Rectoria al voltant de 14 ha i Clot del Gel 20'3 ha
- En cap d'ells no es produí cubeta de sobreexcavació

Cal destacar que els tres circs més orientals, en la seva excavació del substrat, aconseguiren crear una modesta cresta. No succeí el mateix amb els altres dos, fet que testimonia l'escassa potència d'ambdues glaceres. El material tou ha condicionat l'absència total de barres rocoses, a manera de llindar, que esgranonin el pas del circ a la vall (en aquest cas seria millor dir la resta del vessant). El que sí trobem en la majoria de circs centrals és un cordó de material morènic que compleix la mateixa funció.



Circ del Clot del Gel. És el que conserva millor la típica morfologia dels circs: una depressió en semicercle dominada per parets abruptes. Els cons d'enderrocs formats al peu de les parets estan en un evident procés de colonització vegetal.



Circ del vessant nord del Bony de la Pica. La minsa sobreexcavació ha permès un pendís sostingut i la manca de grans dipòsits tals com arcs i cordons morènics. Si hi afegim l'escassa vegetació arbòria de la capçalera i la presència de la praderia d'herba llarga (*festuca supina*), tenim un pendent amb baixa rugositat absolutament procliu als grans allaus. Els efectes destructius de la darrera esllavissada són ben palesos.

Acabada la fase glacial, els circs han estat retocats pels processos periglacionals. Avui dia la coberta vegetal en redueix molt la seva operativitat. La progressiva presència de neret (*Rhododendron ferrugineum*) colonitzant la part superior dels cons d'enderrocs denota un procés d'estabilització.

En canvi, sí que s'adverteixen plenament funcionals alguns dels corredors d'allaus que solquen les parets. L'escassa vegetació i les cicatrius i disposició de les branques dels arbres fan pensar en un període de retorn no gaire llarg.

En el sector més occidental del massís, coincidint amb la màxima elevació d'aquest i en territori de l'actual Alt Urgell, aconseguiren instal·lar-se tres glaceres de circ. Els elements determinants van ser l'alçada i la litologia. L'orientació no fou la més favorable, sobretot en les dues més occidentals encarades al sud-oest. En canvi, el circ més important d'aquest sector està orientat al nord-oest.

La diferència morfològica més important d'aquestes tres glaceres amb els de Sispony, rau en el seu menor poder erosiu, materialitzat en una menor sobreexcavació del substrat. L'actuació incipient permet afirmar que aprofitaren torrenteres preexistents. Així s'explica el tram relativament llarg recorregut i la poca excavació efectuada. Un element definitori en la seva progressió fou l'elevat pendent, que facilità el desplaçament plàstic del gel. Avui dia esdevenen zones amb un elevat risc potencial d'allaus tal com demostren els seus darrers efectes visibles.

En la mateixa zona també destaca l'extens nínxol de nivació situat just desota la cara nord del pic d'Enclar. Enlairat a una alçada similar dels circs més propers —cap als 2.200 m— fou segurament la manca d'una mínima canalització prèvia el que impedí el desenvolupament d'un circ. Així, l'orografia poc favorable només permeté la creació d'una incisió d'arrencament.

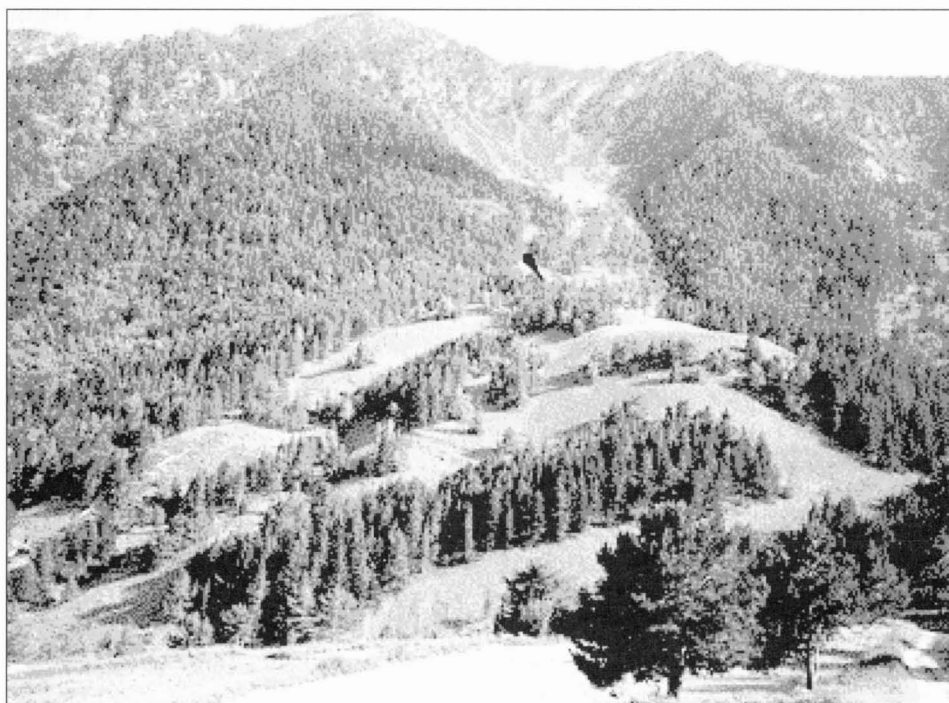
Les formes deposicionals

Lligat a la presència dels circs, tenim tota una sèrie de dipòsits de sediments que entapissen la falda del massís. La important massa arbòria principalment de pi negre (*pinus muga*), alternats amb alguns avets (*abies alba*) i bedolls (*betula pubescens*) impedeix comprovar-ne l'abast total, però alguns talls en la vegetació permeten fer-se una idea de l'extensió que ocupen. Abasten probablement tota la base de la muntanya. En alguns indrets obtenen un gruix molt considerable, tal com indiquen les ondulacions del terreny.

Els dipòsits associats als tres circs orientals són els més espectaculars. Tots tres arriben fins al tàlveg del Montaner i els Clots del Gel i Coma de la Sella connecten entre ells per la part basal. Malgrat això no es poden considerar coalescents, ja que el desenvolupament de cadascun fou individualitzat i no solidari.



Confluència dels fronts de les glaceres rocalloses dels clots del Gel i la Coma de la Sella. Destaca la gran potència dels dipòsits. La irrupció de les llengües rocoses provinents dels seus circs-conques d'alimentació, provoca una notable alteració del perfil del vessant.



Els arcs que trobem a la part superior del dipòsit (fotografia de dalt) desapareixen en el tram inferior (fotografia de baix). L'alternança d'arcs i soles és substituïda per replans i talusos. La fletxa indica la situació de l'arc de la fotografia superior. Situat als 1.700 m, ve a marcar el límit entre les dues parts diferenciades de l'aparell.

Les acumulacions detrítiques estan compostes per clasts de mides variables, essent majoria les de mida centimètrica i decimètrica. Els grans blocs hi són estranys. De la mateixa manera, en els trams sense vegetació, la presència de clasts fins en superfície és nul·la.

La coberta vegetal abans esmentada està composta per arbres força madurs, fet que significa un procés de colonització vegetal iniciat fa molt temps. La baixa altitud on estan ubicats els dipòsits (1.900-1.500 m) devia possibilitar una precoç aparició dels processos d'edafogènesi. Tot i això, l'important gruix de material detrític amb reduïda porció de fins i l'actuació d'allaus n'ha impedit el recobriment total.

L'escassa empenta i longitud de les masses gelades impedí que el material que transportaven fos evacuat gaire més enllà de la boca del circ; com a molt uns pocs centenars de metres. El minso volum de les aigües de fusió tampoc contribuï gaire a remoure'l o transportar-lo. El material morènic com a molt arribà fins al tàlveg del riu Montaner, sempre seguint el màxim pendent. Allí quedà estabilitzat tant per l'ablació de la glacera com pel cabal mediocre del Montaner, incapaç d'erosionar significativament els dipòsits que s'amuntegaven a la seva llera (tot sembla indicar que ha canviat lleugerament la seva direcció a causa de l'efecte barrera).

Un interrogant que queda obert és verificar si la màxima extensió dels dipòsits articulats de cada clot coincideixen amb la màxima extensió de les glaces respectives. De fet, fins al moment no s'ha trobat cap rastre evident del possible pas de gel per la vall principal del riu Montaner.

Les formes deposicionals resultants del conjunt de processos originats en cada circ no són homogènies. Tenim des de la grandesa i espectacularitat del Clot del Gel fins a les aparentment inexistent del Clot de la Coma del Prat. A l'hora de buscar explicacions d'aquestes diferències s'han de mesurar uns quants factors:

- El desnivell: la base del circ hem dit que oscil·la entre 1.870 i 1.980 m. En canvi, el nivell de fons del riu Montaner varia dels 1.890 m a l'alçada del Clot de la Coma del Prat als 1.410 m, on connecta amb el Clot de la Rectoria. Tenim gairebé 500 m de desnivell. Els circs com més ubicats a llevant comptaren amb un major desnivell per desenvolupar-se. El pendís més perllongat afavorí el lliscament del glaç cap a cotes inferiors amb el corresponent transport de clastos.
- La litologia: la carena d'Enclar és una zona de contacte entre terrenys cristal·lins i sedimentaris. El contacte entre la granodiorita i els esquistos carbonífers ha facilitat la presència d'una xarxa de diaclasis afavorint una intensa fragmentació de la roca (DEFARGE, 1984). Caldria veure si la densitat de la xarxa és constant en tot el vessant.
- El relleu preexistent, tenint present que el glaç només retocà el gel i els materials fluïren en funció de la canalització disponible.
- Orientació: tot i que no presenti diferències abismals, no deixa d'ésser significatiu que els dos Clots orientats plenament al nord siguin els que posseeixen uns dipòsits més desenvolupats.

Per a la classificació i interpretació dels dipòsits, s'ha utilitzat la fotografia aèria. Amb la fotointerpretació podem classificar els dipòsits de Clot de la Rectoria, Clot del Gel, Clot de la Coma de la Sella i Clot de la Coma del Pou com a glaceres rocalloses. Les seves fisonomies i especialment la presència de lòbuls encaixen amb la seva definició. Només hi ha un aspecte foça anormal, la baixa alçada on es troben (1.900-1.500 m):

—*El Clot de la Rectoria*: la glacera rocallosa sorgeix molt canalitzadament de la caixa del circ fins a la cota 1.760 m, on trobem un arc molt ben configurat. D'aquí en avall el dipòsit esdevé un mantell de pedres sense cap tipus d'articulació, que regularment cobreix tot el vessant. Morfològicament fa pensar en un corrent de pedres com les que esmenta Llobet (1979), en un mantell d'enderrocs o en un *debris flow*.

—*El Clot del Gel*: la glacera més ben conservada i espectacular (en l'apartat 8 se'n parlarà més extensament).

—*El Clot de la Coma de la Sella*: una glacera rocallosa molt potent. És en forma de llengua però amb un fort eixamplament cap a les bandes que fa pensar en lòbul. Hi ha diversos arcs. Ressalta especialment el format a la sortida del circ.

—*El Clot de la Coma Del Pou*: de dimensions més modestes i menys espectacular, la densa coberta vegetal en fa difícil una anàlisi amb precisió. En destaca el cordó morènic que tanca la sortida del circ, originant una important concavitat que dóna nom al clot. Tot i la màscara forestal, les evidents ondulacions del terreny i l'aparició de blocs en les escasses discontinuïtats de la vegetació apunten cap a una àmplia presència de dipòsits sota la forest.

—*El Clot de la Coma del Prat*: els dipòsits generats són els més modestos, a primer cop d'ull inexistents. Novament la coberta vegetal dificulta l'estudi. Sembla, però, que una corrent de material sorgís en direcció est, connectant amb la base dels dipòsits del Clot de la Coma del Pou. No s'observa cap arc ni lòbul destacable. Només s'aprecia un replà originat al vessant. Sembla evident la presència d'un material evaquat per una glacera, però sense adquirir cap forma especial.

Les glaceres rocalloses són uns dipòsits amb una morfologia molt singular. Són acumulacions formades per una gran quantitat de blocs de roca, pràcticament sense gens de material fi que presenten una disposició en arcs i lòbuls indicadora d'un antic desplaçament plàstic. També es caracteritza per presentar un front abrupte. Normalment es formen al peu d'espaldats o valls pronunciades.

Hi ha certa polèmica a l'hora d'establir els mecanismes que portaren a la seva gènesi. Sembla que l'actuació de processos diferents condueix a formes similars. Així, l'origen de les glaceres rocalloses seria divers i variaria depenent dels condicionants de cada cas.

J. Chueca (1994) distingeix, en funció de l'origen del glaç que les dinamitzà, dos tipus principals de glaceres rocalloses als Pirineus. Anomena un tercer tipus que considera secundari per la seva reduïdíssima aparició:

- *Flux per gel massiu d'origen glacial*: una glacera blanca en episodi terminal queda progressivament recoberta per enderrocs (procedents de la gelifracció, allaus, desprendiments...). El mantell d'enderrocs redueix notablement l'ablació del glaç, que malgrat ja no comptar amb aportacions significatives flueix fins a la seva desaparició definitiva transportant tot el paquet de materials
- *Flux per gel intersticial d'origen periglacial (permafrost)*: suposa un origen netament periglacial dels aparells. Els dipòsits d'enderrocs, prèviament acumulats, són remoguts per un gel intersticial creat a partir de l'existència d'una capa de permafrost (sòl permanentment glaçat, característic de les altes latituds; també apareix en cadenes muntanyoses de certa envergadura de les latituds mitjanes, l'anomenat permafrost alpi). El desplaçament el motiva la sobresaturació de gel intersticial. La massa de sediments, cimentada pel glaç, repta pendent avall com un sol cos.
- *Flux associat a l'actuació de mecanismes d'alta magnitud i baixa freqüència*, com ara moviments en massa o grans desprendiments.

No és gens descartable la coexistència de les dinàmiques glacials i periglacials en algunes formacions. M. Martí i D. Serrat (1990) es decanten pel domini periglacial com el més probable generador d'aquestes morfologies als Pirineus catalans, no havent pogut constatar la presència d'aparells netament glacials.

La datació del seu origen també porta alguns dubtes però queda clarament enmarcada en fases recents. M. Martí i D. Serrat (1995) identifiquen un episodi del Tardiglacial que implicaria la formació generalitzada de glaceres rocalloses als Pirineus, fet que els porta a parlar d'una «fase de glaceres rocalloses» datada entre els 11.000 i 10.000 anys BP. Les condicions climàtiques d'aquest període es caracteritzarien pel fred i la sequedat.

J.M. García Ruiz i C. Martí Bono (1994), segons estudis al Pirineu Aragonès, allarguen el temps d'aparició a diferents períodes del Tardiglacial i l'Holocè amb lleugeres reactivacions durant la Petita Edat del Gel. En l'obra anteriorment citada, Martínez de Pisón i Serrano (1994) es decanten per una formació lligada a un procés gradual de desglaciació amb pulsacions fredes intermitents en un medi temperat.

En tot cas, cal entendre l'aparició d'aquests dipòsits com a mostra de l'extinció del darrer cicle glacial. Les glaceres rocalloses exemplifiquen la transició entre una dinàmica glacial agonitzant i la imposició d'un sistema morfogenètic periglacial. Aquest procés s'ha produït de manera variable en cada massís depenent de condicionants locals com ara l'altitud, l'orientació, la litologia o el pendent.

Les glaceres rocalloses estan presents per tot l'alt Pirineu. M. Martí i D. Serrat en el seu estudi parcial del Pirineu català en localitzen 523. A les valls d'Andorra també es troben en gran quantitat. A tall d'exemple, només a la conca dels corts d'Encamp, Gironella en localitza un total de 47.

El Clot del Gel

La glacera rocallosa del Clot del Gel és la més interessant tant pel seu volum i configuració com pel fet d'estar en bona part lliure de vegetació i per tant facilitar-ne l'estudi, fet que no succeeix a Coma de la Sella. Presenta una nítida silueta de llengua en espàtula amb un fort eixamplament de l'arc frontal. Té una longitud de 1.000 m i una amplada màxima de 260. L'arrel de l'aparell està a la caixa del circ. Probablement abans hi estaria al peu dels propis espadats, però actualment ha estat fossilitzada per enderroc de gravetat. La sortida del circ és molt canalitzada i amb un accentuat pendent en què s'emmarquen espessos cordons morènics.

A partir de la cota 1.700, la llengua rocosa inicia un progressiu eixamplament i s'organitza alternant replans (1.700-1.675-1.555) i talussos molt pronunciats. És significativa la desaparició dels arcs morènics i el desdibuixament de les formes. La seva expansió és preferentment cap a l'est seguint el desnivell de la vall principal. La part basal de la formació, molt abrupta, provoca una notable ruptura de pendent al vessant i es desploma sobre el tàlveg del Montaner, a 1.520 m. És precís destacar que la part baixa de la formació fou explotada per a l'obtenció de pedres (veïns de Sispony parlen de la dècada dels 40) havent-hi una evident alteració del dipòsit.

La singularitat de la glacera rocallosa del Clot del Gel rau en la baixa alçada on està instal·lada i la seva antiguitat, dos aspectes que no encaixen amb l'esquema general de les glaceres rocalloses pirinenques. Tampoc no és habitual la gran potència de l'aparell havent estat originat en un petit circ amb baix nivell de cresta, i presentant a més una conservació tant neta de les formes.

Una situació altitudinal sorprenent

L'alçada dels dipòsits és l'aspecte d'entrada més xocant. El front de la glacera rocallosa davalla fins als 1.520 m, fet del tot singular als Pirineus. En els treballs consultats sobre glaceres rocalloses als pirineus catalans i andorrans (Serrat, 1979; Gutiérrez i Peña, 1981; Martí i Serrat, 1991; Gironella, 1994) no s'esmenta cap exemple semblant. L'alçada mínima de front de glacera rocallosa és localitzada a 1.740 m al Pirineu Central (Martí i Serrat), mentre que a Andorra i en la zona específica dels Cortals d'Encamp el front a cota inferior resta a 1.930 m (Gironella, 1994). Malgrat que no es disposen de les dades d'un inventari absolut de tot el Pirineu, l'excepcionalitat o, si més no, la raresa altitudinal dels dipòsits del Clot del Gel és evident. En aquest sentit queda pendent l'elaboració d'un estudi complet sobre les glaceres rocalloses al principat d'Andorra i zones properes com ara les capçaleres de les Nogueres de Tor i Vallferrera.

L'arrel de l'aparell per sota els 1.900 m és també poc freqüent però no excepcional, ja que se n'han identificat en cotes inferiors als Pirineus Centrals, fins a 1.780 m (Martí i Serrat).

Antiguitat de la formació

Pel que fa a l'origen del dipòsit, tot apunta a una gènesi molt antiga (Prat, 1980; Desfarge, 1984; Gómez Ortiz, 1996). El conjunt de la formació cal considerar-lo anterior al Tardiglacial. Tenim una formació originada molt prematurament, que en una posterior etapa, determinada per unes condicions climàtiques favorables, es va reactivar, però només fins al voltant dels 1.700 m. Així es dedueix de la diferència de frescura entre les formes de la part superior i el desdibuixament de la part basal.

Aquest fet denota la presència de glaç a la part superior en un període més recent. Un cas semblant succeeix al Clot de la Rectoria, però encara més exagerat, amb una desaparició d'arcs i solcs a partir d'una cota similar. Així, els 1.700 m marquen el màxim desenvolupament de la darrera pulsació de les glaceres rocalloses. Aquesta cota, sense deixar d'ésser extrema, és més coherent amb l'observada a la resta de la Serralada. La idea d'una formació antiga amb removiment posterior és apuntada per primer cop per Desfarge (1984) i mantinguda per Gómez Ortiz (1996).

Si el retrocés del gel va ser simultani arreu és molt possible que mentre hi hagués una dinàmica de glaceres de vall a la major part del Principat, als clots de Sispony existís o ja hagués existit una dinàmica de glacera rocallosa. Ens situem per tant en una etapa clarament anterior al Tardiglacial. L'anacronisme dels processos el motivaria l'escassa alçada del nivell de cresta, la reduïda conca d'alimentació i la posició perifèrica de les glaceres de Sispony. El fet d'estar situades en el llindar del límit inferior de neus permanents els feia molt sensibles a qualsevol alteració del clima per petita que fos.

Resulta molt orientatiu saber que succeí en glaceres veïnes. Bordonau i Turu (1995) en base dades sedimentològiques apunten per la glacera d'Arinsal una regressió de 5 km en el període de retrocés immediatament posterior al darrer màxim glacial. No sembla temerari pensar que les petites glaceres de Sispony patirien en aquest mateix període un dràstica reducció, quan no una desaparició. No obstant, les condicions climàtiques serien prou riguroses com per permetre el manteniment d'una capa de permafrost. L'aportació massiva de gelifractes seria l'altre element que conjugat donaria pas a l'elaboració de la glacera rocallosa.

Quedaria per determinar la importància dels esbaldregalls d'origen plenament glacials en la formació. De tots aquells originats durant la màxima extensió de les glaceres i dels quals no s'ha trobat un rastre patent.

La segona fase d'activitat del dipòsit, la reactivació de la part superior, s'hauria produït en un posterior enduriment de les condicions climàtiques. Probablement les darreries del Würm o potser el propi Tardiglacial essent anàleg a la formació de la majoria de glaceres rocalloses pirinenques.

En tot cas l'establiment d'una cronologia absoluta de la gènesi i evolució del dipòsit resulta molt difícil per la manca de torberes a la zona que podrien facilitar una datació mitjançant carboni 14.

Mapa Geomorfològic



MORFOLOGIA GLACIAL	FORMES FLUVIALS
1 -Circs	12 -Xarxa fluvial i torrencial
2 -Vall en U	13 -Con de dejecció
3 -Material morènic indiferenciat	14 -Engorjament
4 -Substrat rasclejat	15 -Conca torrencial
MORFOLOGIA PERIGLACIAL	ALTRES
5 -Nínxol de nivació	16 -Cim Significatiu
6 -Canal d'allaus	17 -Carena
7 -Esbaldregalls de gravetat	
8 -Glacera rocallosa	
9 -Acumulació de clàstics	
10 -Material de gelifluxió	
11 -Aflorament rocós discontinu sotmés a gelifracció	

Conclusions

El pas dels gels quaternaris ha deixat a la serra d'Enclar una petja més aviat modesta. El relleu original patí tant sols un lleuger retoc i els petits aparells glacials que s'instal·laren al massís quedaren aïllats de les grans glaceres col·lectores de les valls principals. Tanmateix el glacialisme a Enclar és doblement interessant. Primer perquè constitueix el massís amb el nivell de cresta més baix d'Andorra on es desenvoluparen glaceres i en segon lloc perquè hi trobem les restes glacials més destacables del sud-oest del Principat. Precisament la modesta alçada de la serra en una latitud força meridional (42° 30'N) és el que impedí un major desenvolupament del glacialisme.

Un segon element destacable és la dissimetria morfològica dels vessants. Amb la clara disposició oest-est del massís, l'orientació tingué una gran importància al determinar els processos erosius predominants a cada sector: glacials o periglacials.

La morfogènesi glacial centrada quasi en exclusiva al vessant nord es representada sobretot pels cinc circs de l'obaga de Sispony, els més ben configurats, i també pels quatre que hi ha al sector del Bony de la Pica. Tots ells són de reduïdes dimensions.

L'actuació periglacial, amb un àmbit d'actuació més extens es manifesta principalment a través dels cons d'esbaldregalls del vessant sud i també en els creats a l'interior dels circs. També cal considerar com a periglacials les formacions rocoses de l'obaga de Sispony, l'element més interessant de tot el massís. Mitjançant la fotointerpretació s'han pogut identificar quatre glaceres rocalloses. Aquest tipus de dipòsits ja de per sí força espectaculars, adquireixen a l'obaga de Sispony una enorme singularitat. En destaca a tots els nivells la del Clot del Gel. La cota mínima on arriba la seva base -1.520 m- és un fet del tot excepcional en el marc dels estudis fets als Pirineus.

D'altra banda el desdibuixament de la part inferior dels dipòsits en contraposició amb la frescura de les formes de la part superior fan pensar en una primera gènesi molt antiga, anterior al Tardiglacial. Aquestes característiques no encaixen amb l'esquema general de les glaceres rocalloses pirinenques i deixen

oberts alguns interrogants. Un estudi més aprofundit d'aquests dipòsits pot ajudar a aportar dades sobre el màxim glacial i la possibilitat d'un període anterior al Tardiglacial de formació localitzada i puntual de glaceres rocalloses.

Actualment a la Serra d'Enclar la dinàmica glacial és extinta i a la pràctica també la periglacial, ja que la coberta vegetal l'atenúa molt. Per contra, els processos fluviàls i nivals són plenament vigents, convertint-se en els principals modeladors del paisatge. Aquests actuen amb gran energia i poder erosiu, centrant-se en les canals d'allaus i/o torrenteres que esdevenen zones d'un elevat risc natural.

Agraïments

Al Centre de Barcelona de l'Institut d'Estudis Andorrans per les facilitats donades en la consulta del seu fons bibliogràfic i en l'obtenció de les fotografies aèries. Al professor Antonio Gómez Ortiz per orientar-me i revisar aquest treball. A la meva germana Núria i a la Rut G. Ogando per la seva col·laboració i companyia en el treball de camp.

Bibliografia

- BORDONAU, J. (1992). *Els complexos glacio-lacustres relacionats amb el darrer cicle glacial als Pirineus*. Logroño: Geoforma.
- BORDONAU, J.; TURU, V. (1995). «El glacialisme de les valls de la Valira del Nord (Príncipat d'Andorra): síntesi d'afloraments». A: *Annals 1995. Institut d'Estudis Andorrans*, p. 41-104.
- BRU, J.; GÓMEZ ORTIZ, A.; SERRAT, D.; VENTURA, J.; VILAPLANA, J.M. (1985). «Síntesis de la dinàmica glacial cuaternària en la vertiente Meridional del Pirineo catalán». A: *Actas I Reunión del Cuaternario Ibérico*. Lisboa, Vol I, p. 165-183.
- DESFARGE, J.Ph. (1984). *Les formations à blocs de l'Obac de Sispony (Andorra). Essai d'interpretation*. París: Comm. Societ. Hydrotec.
- FOLCH i GUILLEN, R. et al.(1979). *El patrimoni natural d'Andorra*. Barcelona: Ketres.
- GIRONELLA, A.(1991). «La incidència dels principals elements climàtics en el modelat: el cas de la conca dels Cortals d'Encamp (Andorra)». A: *Annals 1991. Institut d'Estudis Andorrans*, p. 29-46.
- GIRONELLA, A. (1994). «Les glaceres rocalloses a la conca dels cortals d'Encamp». A: *Annals 1994. Institut d'Estudis Andorrans*, p. 39-62.
- GÓMEZ ORTIZ, A.(1980). Estudio geomorfológico del Pirineo Catalán: morfogénesis glacial y periglacial de los altos niveles y vertientes meridionales de los macizos de Calmquerdós, Tossa Plana de Lles y Port Negre (Cerdanya-Alt Urgell). Tesis Doctoral, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona.
- GÓMEZ ORTIZ, A.(1996). *El relleu d'Andorra. Morfologia glacial i periglacial*. Andorra la Vella
- GUTIÉRREZ, M.; PEÑA, J.L. (1981). «Los glaciares rocosos y el modelado acom-

- pañante en el área de la Bonaigua (Pirineo de Lérida)». A: *Boletín Geológico y Minero*, 92 (2), p. 101-110.
- LLOBET, S. (1947). *El medio y la vida en Andorra, estudio geográfico*. Barcelona: CSIC
- LLOBET, S. (1979). «Esbós d'alguns fenòmens periglacials a Andorra». A: *Revista de Geografia* [Barcelona] XII-XIII, p. 9-15.
- MARTÍ BONO, C.; GARCÍA RUIZ, J.M., eds. (1994). *El glaciariismo surpirenaico: Nuevas aportaciones*. Logroño: Geoforma.
- MARTÍ, M.; SERRAT, D. (1990). «Los glaciares rocosos del Pirineo catalán: primeros resultados». A: *Actas I Reunión Nacional de Geomorfología*. Terol: Sociedad Española de Geomorfología, p. 191-201.
- MARTÍ, M.; SERRAT, D. (1995). «Les glaceres rocalloses pirinenques». A: *Revista Terra*, X, 25, Epoca Tercera, p. 24-34.
- PRAT, M. (1980). *Montagnes et vallées d'Andorre. Étude géomorphologique*. Thèse de III Cycle. Université de Bordeaux III
- SERRAT, D. (1979). «Rock glacier morainic deposits in the eastern Pyrenees». A: SCHLÜCHTER, CH. [ed.] *Moraines and varves. Origin, genesis, classification*. Rotterdam: A.A. Balkema, p. 93-100.
- SERRAT, D. et al. (1992). «El glacialisme». A: *Història Natural dels Països Catalans*. Barcelona: Fundació Enciclopèdia Catalana, p. 439-460.
- TURU, V. (1994). «Datos para la determinación de la máxima extensión glaciaria en los valles de Andorra (Pirineo Central)». A: *Actas de la III Reunión Nacional de Geomorfología*, Logroño, p. 265-276.
- TURU, V. (1997). «Els sistemes geològics». A: *El Roc d'Enclar, transformacions d'un espai dominant, segles IV-XIX*. Monografies del Patrimoni Natural d'Andorra, num. 4. Govern d'Andorra, p. 68-77.
- VILAPLANA, J.M. (1984). *Estudi del glacialisme de les valls de la Valira d'Ordino i d'Arinsal (Andorra)*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.

Cartografia

- Mapa topogràfic 1:25.000. Govern d'Andorra-Conselleria de Serveis Públics 1989. Andorra.
- Mapa topogràfic 1:10.000.M.I.Consell 1976. Fulls nº 9-10-13-14
- Mapa topogràfic 1:25.000.Cartografia Militar de Espanya 1966. Hoja 182,Tírvia. Cuarto II, Alins.
- Mapa topogràfic 1:5.000.Institut Cartogràfic de Catalunya 1994. Os de Civís,182-8-8 (272-72).

Fotografia aèria

- Vol WILD 15/4 UAG-S. No 13208 153.09. Fotos 0748-0749-0750-0751. Institut Cartogràfic de Catalunya 1995.