

carstificació pretèrita i actual a la vall d'ordiso (alta vall del riu ara, pirineu central)

per Josep M^a Cervellà i Torrella
Martí Romero i Rector

INTRODUCCIÓ

De 1972 ençà, a rel de l'inici de les nostres exploracions al sistema Arañonera, hem anat extenent l'àrea de les nostres prospeccions per tota la Vall del riu Ara. Com a resultat d'aquesta tasca s'han explorat algunes cavitats d'un cert interès: entre altres citarem les coves del Granit i de Bujaruelo i la grallera d'Ordiso. Encara que no tenen cap relació en el sistema hem considerat important fer-ne treballs d'un cert detall, intentant establir correlacions entre elles que ajudessin a aclarir l'evolució de la carstificació en aquesta vall pirinenca.

Era l'estiu del 1974 que estavem absorbits en la exploració de la grallera del Turbón (T-1) quan vàrem ser informats que en una vall subsidiària de l'Ara hi havia una cova inexplorada amb una boca molt gran. I pràcticament només amb aquestes dades tres companys localitzen la vall d'Ordiso, la remunten fins una cabana, gairebé al fons de la vall, i allà descobreixen que estan totalment desorientats. Sort d'un pastor al que van poder preguntar "si por aquí corria alguna cueva". La resposta que "correr, correr, no creo que corra mucho" era ben merescuda però va indicar on s'obria la boca inferior. Tanmateix també es localitzà la boca superior i alguns avencs. Un parell de sortides més permeten explorar-la totalment, però no és fins la tardor del 1980 que ens decidim a aixecar la topografia. Posteriorment vam pujar-hi per tal d'encetar l'estudi hidrogeològic de la vall, cosa per a la qual vàrem prendre dades i observacions de diferents tipus.

SITUACIÓ GEOGRÀFICA I GEOLÒGICA

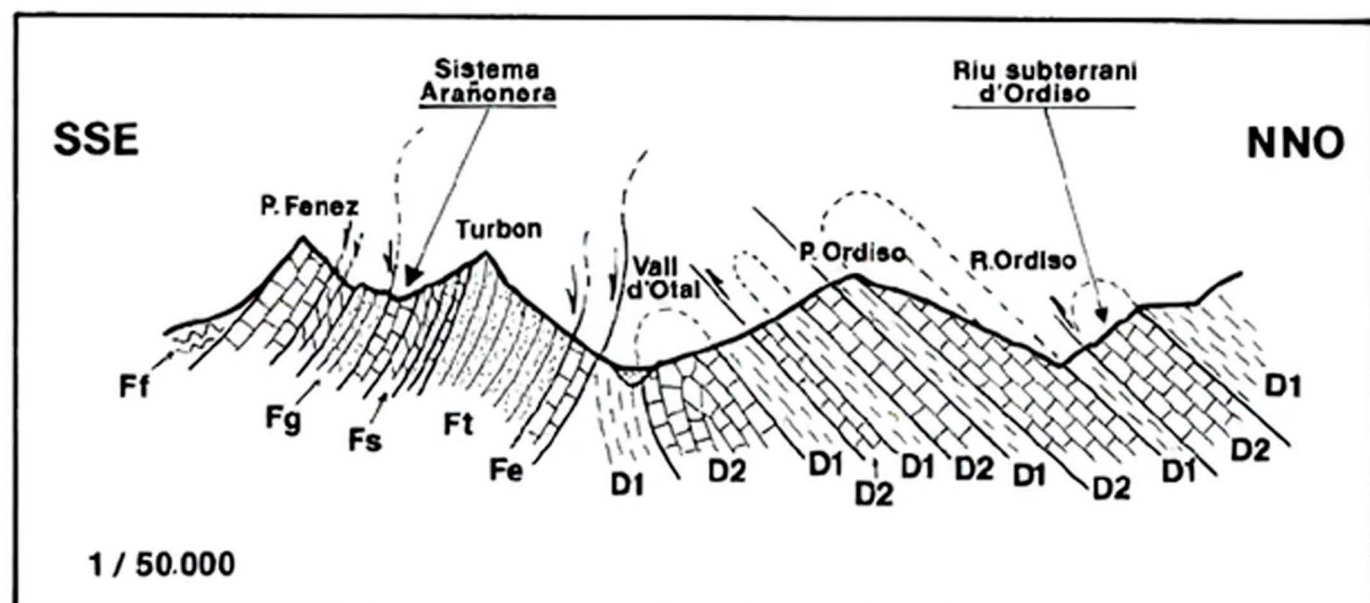
La vall d'Ordiso és una vall paral·lela a la vall d'Otal, situada al nord d'aquesta i és també lateral i tributària per la dreta de la vall del riu Ara. La grallera d'Ordiso es troba a les parts més elevades de la vall, sota els contraforts i cingleres de la "Montaña de Año" i per les seves magnituds és prou visible des de la confluència dels rius Ordiso i Ara, 600 m. més avall de desnivell.

La seva situació geològica és prou diferent de la de la serra de Tendeñera que trobem immediatament al sud, tant pel que fa a l'estratigrafia com pel seu emplaçament tectònic i estructural. Les litologies presents són pissarres i calcàries paleozoïques. Els sediments més antics són pissarres negres carbonoses i calcàries negres del Silúric, escassament representades ja que tenen una potència menor als 30 m. i apareixen pinçades en els plans d'en



cavalcament. Al seu damunt trobem el Devònic Inferior amb pissarres i "grauwackas" i localment calcàries compactes, ben estratificades i en alguns llocs amb fàcies d'escullera del Devònic Mig, de gran potència (uns 300 m.). Les pissarres del Devònic Inferior actuen com a nivells lubricants per a les calcàries del Devònic Mig i es troben associades als plans d'encavalcament.

Estructuralment aquesta zona forma part del mantell de Gavarnie, que està constituït per escates de material paleozoic que jeu damunt del Cretàcic que apareix en el sector de Gavarnie gràcies a una finestra tectònica. Els materials devonians en els que s'excava la vall d'Ordiso formen, doncs, part de l'al·lòcton del mantell de Gavarnie. La seva tectònica és complicada pels plegaments i els encavalcaments de vergència sud, però a més reduïda escala, si no més considerem la cova i el riu subterrani d'Ordiso, això no es tradueix en una complicació d'estructures sinó que el drenatge subterrani s'orienta a partir d'unes solucions de continuïtat bàsiques: plans d'estratificació i fractures de direccions entrecruades 95 E i 167 E. La cova està excavada en les calcàries del Devònic Mig i les pissarres impermeables subjacents actuen com a nivell de base local.



H. Wensink (1962)
amplià i revisat per J.M. Cervelló (1981)

F _f	Formació Flysch	Eocè
F _g	Formació Gallinera	Palaeocè
F _s	Formació Salerons	
F _t	Formació Tozal	
F _e	Formació Estrecho	Cretàcic sup.
D ₂	Devònic mig	
D ₁	Devònic inferior	



La vall d'Ordiso serveix un registre dels esdeveniments climàtics quaternaris que conformen la morfologia característica de la vall. De manera molt sucinta podem agrupar-los en: preglacials, glacials i postglacials.

Els preglacials serien els testimonis del modelat anterior al fet glacial, en aquest sentit és força significativa la cota 2.300 que podria correspondre a un nivell o superfície d'erosió que reconeixem, no tan sols a la vall d'Ordiso, sinó en tot el sector a banda i banda del riu Ara. Aquest nivell vindria testimoniats per superfícies planes i per amplis colls que uneixen les valls de Gavarnie amb la del l'Ara i aquesta amb les que baixen cap a Panticosa. Molt significativament és en aquesta cota on trobem les grans depressions càrstiques i dolines com les d'Ordiso, Otal (veure bibliografia sobre Arañonera), "ibón de Bernatuara" i els "llanos" de Catuarta, Salarons i Millaris (a la zona del Mont Perdut). Aquest fet, força interessant, el tractarem més a fons en un altre treball que tenim en perspectiva.

Els glacials i tardiglacials són els que més contribueixen a donar la fesomia pròpia del sector. La vall de l'Ara, com a glacera principal fortament encaixada, deu la seva importància al fet d'estar localitzada al bell mig d'alts massissos com els de la zona de Panticosa, els de Vinhamala, i més avall els contraforts del massís del Mont Perdut i Tendeñera. Aquesta situació i l'orientació del seu traçat privilegia l'acumulació de neu i gel en el fons de la vall i l'alimentació per aportacions laterals. Una d'aquestes és la vall d'Ordiso, que, juntament amb la d'Otal, constitueixen dos dels exemples més esplèndids de valls penjades de la regió, amb un perfil i una secció en U característics. Sense voler entrar a fons en la polèmica sobre els episodis glacials pirinencs, sembla ben segur que la formació de les valls és contemporània al moment de màxima expansió glacial que hem de situar en el Riss. A les parts altes de la vall ens trobem amb excavacions de ninxols glacials, petits circs i cubetes de sobreexcavació i importants acumulacions morrèniques d'alçada que podríem atribuir al Wurm o a una fase epiglacial posterior que donaria lloc a actives masses de gel i a l'acumulació d'arrossegalls en forma d'un o diversos lloms sota les crestes.

Finalment, els fenòmens postglacials vindrien a donar un darrer retoc amb l'acumulació dels detritus produïts per les pronunciades oscil·lacions climàtiques que donaran com a resultat la formació de cons de dejecció i tarteres, per una banda, i dels sòls de muntanya (durant l'òptim postglacial) per l'altra. És de destacar també la presència de solifluxions damunt les pissarres del devoníic inferior, que evidenciarien les dificultats del drenatge subterrani en aquest nivell impermeable.

La carstificació

A part del modelat glacial o climàtic, el carst és l'element geomorfològic més destacable. S'ha estudiat les formes i la seva funcionalitat actual, el paleocarst i l'organització hidrogeològica.



En quan a les formes la més espectacular és el riu subterrani i la grallera d'Ordiso, artèria de drenatge de gran capacitat i de gran espectacularitat de formes i dimensions. En els replans superiors (al voltant de la cota 2300 s.n.m.) ens trobem amb importants formes exocàrstiques i d'absorció: dolines, una depressió càrstica de 400 m. de llarg per 200 m. d'ample per on circula el riu que finalment s'engolleix en el seu extrem més septentrional, per un ponor penetrable per on l'aigua cau en cascada. El rascler, bastant pobre i reduït a les parts més altes, és poc visible i presenta formes d'acanaladura, que en alguns llocs (especialment en els canvis de pendent) estan arrodonides i suavitzades per l'erosió posterior. També hi ha en aquestes parts altes, i situats més o menys seguint en superfície el traçat subterrani de la cova, una certa quantitat d'avenes (alguns oberts enmig de dolines d'enfonsament) que in-filtren una petita quantitat d'aigua produïda per la fosa de la neu que s'hi acumula. Totes aquestes formes estan estructurades a partir de l'estratificació (direcció de capa: 075E, capbussant cap el NNW) i les diàclasis (095 E i 167 E).

ESQUEMA HIDROGEOLÒGIC DE LA VALL D'ORDISO

El riu subterrani d'Ordiso forma part d'un sistema fluvio-torrencial més ampli que conjuga l'escolament superficial amb el subterrani, per tal d'abocar les aigües provinents de les parts elevades de la vall d'Ordiso i la "Montaña de Año" a la vall del riu Ara, un milor de metres més avall.

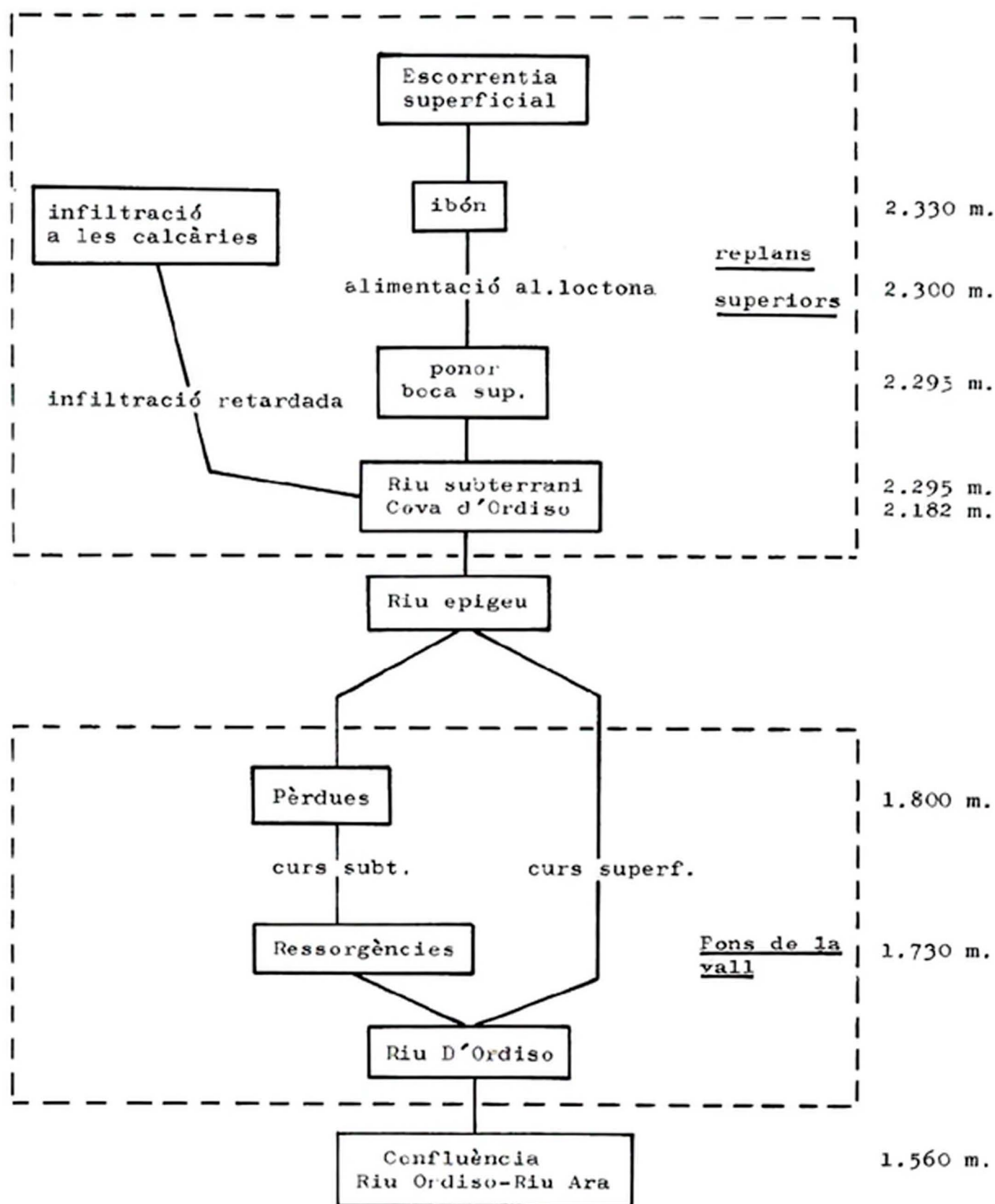
El perfil longitudinal de la vall i el distint comportament hidrogeològic marquen dues zones clarament diferenciades: les planes superiors i el fons de la vall (de la cota 1.800 m. fins la confluència amb el riu Ara, a 1530 m.s.n.m.). Les planes superiors són les que alimenten el riu subterrani de la cova d'Ordiso, mentre que les aigües retornades a la superfície per la boca inferior de la cavitat, tornen a infiltrar-se, ja en el fons de la vall, per a ressorgir més avall un altre cop a superfície en el mateix llit del riu Ordiso. L'organització del drenatge i l'esquema hidrogeològic resultant ve explicat per la taula 1.

Descripció i aspectes tècnics

Com ja hem dit aquesta cavitat té dues boques: la superior, per on hi entra un curs d'aigua que neix en un "ibón" i la inferior per on el rierol, lleugerament incrementat, torna a l'exterior. Aquesta circulació condiciona el material d'exploració i fa aconsellable la utilització de granota impermeable. Tanmateix un parell de passos baixos obliguen a mullar-se bastant. També cal dir que en alguns ressalts - normalment equipats amb cordes fixes - és més comode utilitzar algun sistema d'autodescens.

Iniciarem la descripció per la boca superior, lloc normal d'entrar car fa més fàcil l'exploració. És un pou de 13'5 m. per on cau una cascada. Un cop a la base, seguim "riu amunt" unes galeries que després d'una sala amb nombrosos blocs ens situen sota el curs del torrent epigeu; lloc amb abundants degotalls, estret i fangós.





taula 1



Retornats sota la cascada seguim ara la direcció de les aigües. Trobem una nova saleta que com l'anterior està en un encreuament de fractures. A continuació la volta baixa fins a 70-80 cm. del pis, encara que per pocs metres. De nou s'aixeca i ens trobem amb una galeria amb unes característiques generals que esdevindran pràctica - ment uniformes al llarg d'uns 600 m. L'alçada serà important - entre 7 i 10 m. - llevat d'un parell de llocs molt concrets on caldrà remullar-se per seguir avançant. L'amplada és també força regular, normalment de 2 a 3 m., eixamplant-se només per causes ben localitzades. La galeria és una mica divagant però ben adaptada a les estructures. Hi ha alguna desviació, poc important. El més destacable són un parell de rectificacions del curs del riu suposem que cercant un millor perfil d'equilibri que encara es lluny d'assolir. Com és normal en una cavitat activa d'alta muntanya són nombrosos els tolls, gorgs i ressalts a la galeria. En un lloc penjat varem observar uns pocs "pendants" bastant ben conservats i relacionats amb materials sedimentaris. Més nombroses eren les empremtes de corrent: ben clares fins a 1-1'5 m. del pis, per a difuminar-se més amunt.

Els darrers 300 m. de la cavitat aquestes característiques canvien sensiblement. Sense que oscil·li l'orientació de la galeria, a partir del creuament d'aquesta amb una ben marcada fractura NNE-SSE, les dimensions augmenten bruscament. Les amplades, fins l'exterior, van dels 12 als 20 m. i l'alçada de la volta entre els 10 i els 30. El terra està reomplert de còdols i blocs mitjanament rodats, en alguns pocs llocs recoberts, com vora la boca, per materials clàstics més angulosos i més recents. Entre aquests materials el riu ha excavat un thalweg encara poc encaixat, cosa normal, atès l'escàs desnivell d'aquest tram. La volta té formes equilibrades, parabòliques.

Pràcticament ja a la sortida, un enfonsament ha obert una obertura vertical a l'exterior de 32 x 11 m., quasi perpendicular a la galeria per on veniem. Aquest tros, de fort pendent, fineix en una boca de 8 m. d'ample i uns 25 m. d'alçada. Un xic més avall se sorgeix l'aigua que en aquests darrers 50 m. circulava per sota dels blocs.

El desnivell màxim entre boques és de 113'07 m. i el recorregut real de 1026'7 m.

Les coordenades, respecte la boca superior són:

X = 3° 30'51'' Y = 42° 42'18'' Z = 2.295 m.

L'escorrentia superficial i l'"Ibón de Ordiso"

L'aigua que arriba procedent del vessant oriental de la muntanya d'Año s'acumula en un petit estany (ibón) situat a la cota 2330 m., d'allà un curs recull les aigües d'escorrentia que cicleu damunt les pissarres fins que més avall, excava les calcàries subjacents formant una gran depressió càrstica d'un 400 m. de llarg, per on circula fent meandres fins que a l'extrem septentrional, i en el contacte pissarres-calcària, s'engolleix per un ponor que forma la boca superior de la cova d'Ordiso.



El riu subterrani de la cova d'Ordiso

A partir del moment en que les aigües d'alimentació cauen en cascada per la boca superior de la cova d'Ordiso, s'estableix en el si de les calcàries devonians una circulació de caràcter lliure o fluvial a partir del gran col·lector que constitueix la cova, estructurada en bona part gràcies a les fractures de direccions entrecruades 095 E i 167 E. A les aigües d'infiltració ràpida, a bocades en massa, s'ajunten les procedents de la infiltració més lenta provinents dels plans del damunt de la cavitat, dels camps de rascler, petites dolines i avencs que acumulen neu en el seu interior. El recorregut per aquesta artèria de drenatge és d'uns 1.000 m. i el desnivell entre boques de 113 m.

Les dimensions de la cavitat i la seva localització altimètrica ens fan pensar que es tracta d'una forma força antiga, per tantent a un estadi, de carstificació depenent d'unes altres condicions climàtiques més humides i d'una morfologia exterior molt diferent que li asseguraven una major àrea d'absorció i li garantien uns cabals d'aigua més importants que els actuals i en una situació hidrogeològica ben diferent, ja que ha passat d'estar en la zona saturada, amb una circulació gravitacional lliure. Avui a aquesta cavitat podem considerar com a forma paleocàrstica molt pensada respecte el nivell de base general i reaprofitada per al drenatge de les aigües de les parts altes de la vall. Aquesta evolució ha estat conseqüència de l'aprofundiment de la vall i de les característiques litològiques que han impedit l'aprofundiment de la xarxa subterrània en trobar-se allotjada en un nivell calcari empaquetat entre les pissarres que li fan de nivells impermeables. La cavitat ha sofert diversos episodis de rebliment detrític i presenta terrasses de llims, sorres i còdols encrostonats al sostre (en una relació genètica molt interessant amb els "pendants" de la volta) i a les parets. Aquest aspecte sedimentològic està en fase d'estudi donada la gran importància que té de cara a abordar els aspectes evolutius de la cavitat. En les parts finals i més properes a la boca inferior, la galeria és de grans dimensions i els processos clàstic, lligats a la gelifracció i altres fenòmens anàlegs, han estat molt importants.

La circulació subterrània i superficial del fons de la vall d'Ordiso

El torrent que surt de la boca inferior de la cavitat, o grallera d'Ordiso, perd alçada ràpidament gràcies al pronunciat pendent del sector. El seu curs s'orienta seguint l'estratificació que adquireix aquí un fort cabussament cap al NW. En arribar al fons de la vall (1.800 m.s.n.m.), vora el refugi de pastors d'Ordiso, s'ajunta amb altres aportacions provinents de l'esquerra de la vall, atravesa un nivell pissarrós important i quan excava les calcàries subjacents torna a infiltrar-se sobtadament tot aprofitant unes fractures molt marcades de direcció aproximada N - S (167° E). En èpoques de baixa energia el llit epigeu queda, a partir d'aquest punt, completament sec, mentre la circulació d'aigües es realitza sota terra. Seguint el curs del riu cap avall ens adonem que les aigües tornen a broillar per unes diàclasis que atravesen quasi ortogonalment el talweg, amb la direcció N - S que les de les pèrdues de més amunt. A partir d'aquest punt, i amb alguna



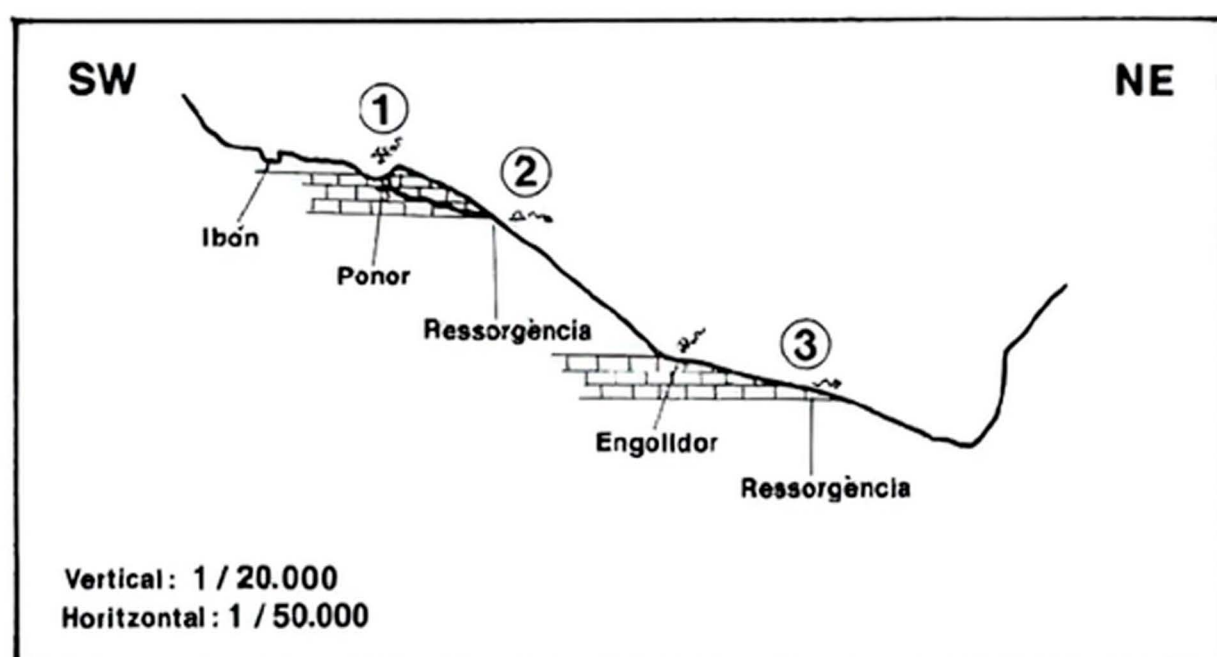
aportació subterrània més, el riu circula en superfície fins a la seva confluència amb el riu Ara, a una cota de 1560 m. s.n.m.

HIDROQUÍMICA

Aquestes dades que donem a continuació no tenen altre pretensió que el ser unes observacions puntuals realitzades per tal de caracteritzar la hidroquímica del sistema. Han estat elaborades per Manuel Monterde (membre de l'Equip d'Hidrogeologia Càrstica format per membres de l'Espeleo-Club de Sabadell i de l'E.R.E. del C.E.C.) que també ha fet les anàlisis de laboratori.

Les dades foren preses durant el novembre del 1981, en un moment de molt baixa energia del sistema després d'un prolongat estiatge. Els aforaments foren fets químicament pel mètode del "cabal constant", les mesures de conductivitat i pH foren preses "in situ" i es prengueren mostres d'aigua que conservades en nevera foren baixades al laboratori, sent analitzades immediatament. Les valoracions de HCO_3^- , Ca^{++} i Mg^{++} es van fer per colorimetria, les de Na^+ i K^+ , per espectrometria d'emissió.

Els punts de recollida de mostres foren tres: A l'engolidor o boca superior de la cova, a la boca inferior i a les ressorgències del fons de la vall (punts 1,2,3, a l'esquema adjunt).



En general s'observa que la participació dels recorreguts subterranis en el quimisme de les aigües és mediocre, segons es dedueix de les conductivitats de l'aigua en els diferents punts.

	Engolidor, boca superior	Boca inferior	Ressorgències fons de la vall
$\mu\Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ a 20° C	115	122	135



Són aigües molt poc mineralitzades amb valors que, per altra part, són els usals de les fonts càrstiques de la zona (a les sorgències del sistema Arañonera són sensiblement més altes a conseqüència del major recorregut subterrani i de la complexitat de la seva estructura).

L'evolució hidroquímica que presenten de dalt de tot de la vall (punt 1) a les parts més properes a la confluència amb el riu Ara (punt 3) obeeix a la dissolució de la calcària.

Els elements que augmenten les seves concentracions al llarg dels trams subterranis són:

	Engolidor Punt 1	Boca inferior Punt 2	Ressorgències Punt 3
Caball l/seg.	23,5	31,3	-
pH	8,18	8,02	8,09
CO ₂ mg/l.	0,86	1,34	0,95
HCO ₃ ⁻ mg/l.	46,4	50	53
SO ₄ ²⁻ mg/l.	2,2	2,2	3,2
Ca ²⁺ mg/l.	29	31,2	32
Mg ²⁺ mg/l.	1,5	2	3,4

Altres elements tenen uns valors molt més petits, quasi a nivell de traça, que intervenen poc en la mineralització. Els seus valors tenen un caràcter menys local, és a dir més "regional" o més poc influït pel sistema.

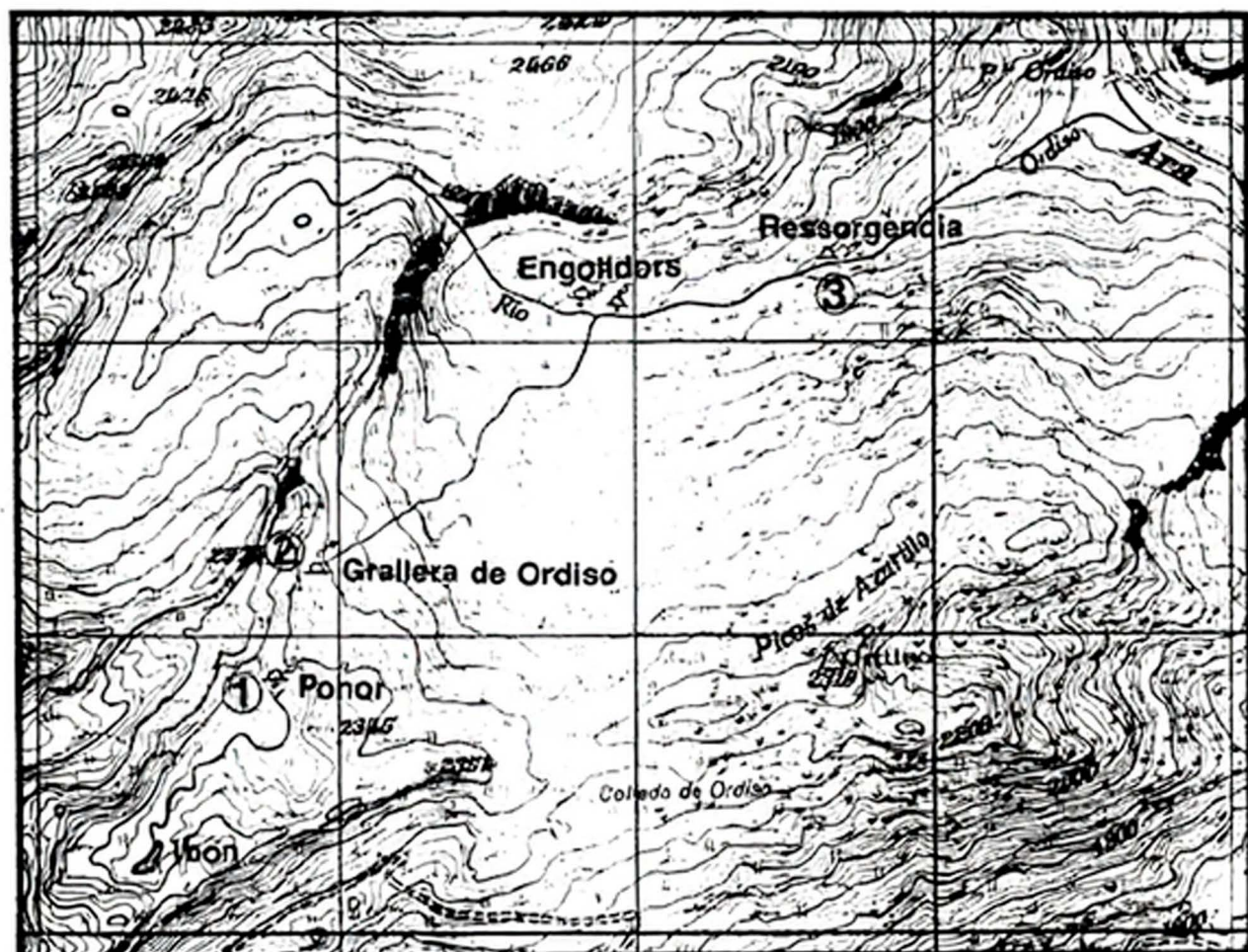
	Engolidor Punt 1	Boca inferior Punt 2	Ressorgències Punt 3
Na ⁺ mg/l.	0,2	0,2	-
K ⁺ mg/l.	0,1	0,1	-
Cl ⁻ mg/l.	1	1,1	1.1

Tots aquest valors ens indiquen que a les parts superiors ens trobem amb una circulació d'aigües en la zona no saturada, cosa ben patent a la cova d'Ordiso, que aprofita formes endocàrstiques residuals i reciclades i una zona saturada poc important en els nivells calcàris inferiors de la vall, on hi ha una activa circulació sota el llit del riu Ordiso, organitzada a l'interior d'un estrat calcari. És en aquest nivell on es situa la carstificació actual de la vall d'Ordiso.

CONCLUSIONS

Tot el conjunt es característic del carst d'alta muntanya a on les circulacions actuals aprofiten els modelats paleocàrstics.





preexistents, avui disfuncionals, que permeten a les aigües una circulació ràpida pels grans col·lectors d'elevat gradient i amb poca capacitat de retenció aquífera. La climàtica actual i la configuració morfològica de la vall fan que la dinàmica del sistema estigui en funció d'uns cabals més aviat modestos durant la major part de l'any.

Només amb ocasió de pluges especialment intenses o en el desgel primaveral, grans quantitats d'aigua s'aboquen pel ponar de la boca superior. Aquest cabal, augmentats pels provinents de les diverses formes d'absorció situades sobre el curs subterrani, són abocats de nou a l'exterior per la grallera d'Ordiso. Més avall part de l'aigua s'infiltrarà de nou en el contacte amb les calcàries del nivell més inferior per a ressorgir en el mateix llit del riu vora la curva de nivell dels 1700 m. Només en aquests moments de càrrega l'aigua circula lliurement pel riu epigi d'Ordiso. Ben freqüentment tota l'aigua és infiltrada sota terra, sent només funcional tot l'any el tram comprès entre el 1.700 m. i l'aiguabarreig amb el riu Ara.

Tot això ens fa diferenciar clarament dos episodis de carstificació. L'actual i ben visible, com hem dit, en el fons de la vall i un representat especialment per la cova d'Ordiso. Aquest darrer episodi es evidència anterior a la configuració de l'actual xarxa hidrogràfica, lo qual ens permet imaginar que podria ser pre-glacial, atesa la seva desconexió amb les grans formes ac-



tuals. Malgrat tot aquest es un punt sense confirmació definitiva i que confiem aclarir en futurs treballs sobre les inter-relacions carstificació-glaciariisme a l'alta vall de l'Ara.

BIBLIOGRAFIA

- AMINOT, A. (1974).- "Géochimie des eaux d'aquifères karstiques. II Les analyses chimiques en hydrogéologie karstique". Ann. Spéléol. 29, 4 p. 461-483. Moulis.
- BAKALOWICZ, M. (1979).- "Contribution a la géochimie des eaux a la connaissance de l'aquifère karstique et de la karstification". Univ. Paul Sabatier. Toulouse.
- BAKALOWICZ, M., MANGIN, A. (1980).- "L'aquifère karstique. Sa définition, ses caractéristiques et son identification". Mem. H. sér. Soc. Géol. France, n° 11, p. 71-79, 9 fig. Paris.
- CERVELLO, J. M. (1981).- "Carstificación a la serra de Tendeñera (Pirineu Aragonès). Estudi del sistema càrstic d'Arañonera". Espeleòleg n° 32, p. 73-107, ERE-CEC Barcelona.
- CHOKROUNE, P., MATTAUER, M., RIOS, L.M. (1980).- "Estructura de los Pirineos". Bol. Geol. y Min. tom 19, fasc. 1, I.G.M.E., p. 213-243. Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971).- Mapa geológico de España, 1: 200.000, hoja 14. Viella 35 pp., 1 mapa. Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (1972).- Mapa geológico de España. 1:200.000, hoja 23 Huesca, 54 pp. 1 mapa. Madrid.
- MANGIN, A. (1975).- "Contribution a l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques". Tesis doctoral. Ann. Spéléol., 29, 3, p. 283-332; 29, 4, p. 493-601; 30, 1, p. 21-124. Moulis.
- SECURET, M. (1970).- "Etude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées. Caractère synsedimentaire, rôle de la compression et de la gravité". Thèse Fac. Sc. de Montpellier. Montpellier.
- SOLER SAMPERE, M. i PUIGDEFABREGAS TOMAS, C. (1970).- "Lineas generales de la geologia del Alto Aragón Occidental" Pirineos n° 96, p. 5-20, 2 fig., 1 mapa geol. Jaca.
- WENSINK, H. (1962).- "Paleozoic of the upper Gallego and Ara Valleys Huesca province, Spanish Pyrénées". Estudios Geol. V. 18, n° 1-2, p. 1-74, 2 mapas. Madrid.



