

El Método de trabajo utilizado en el estudio del Glaciarismo Cuaternario del Pirineo y su posible aplicación en las sierras Galaico Portuguesas.

VILLAPLANA, J. M. (*)



ABSTRACT:

The aim of this note is to show the present state of the studies on the quaternary glaciation on the South Pyrénées, which are being carried by a group of specialists of the University of Barcelona, taking as main interest the method with which this work is undertaken.

Two simultaneous and complementary ways of study are explained together: geomorphological and sedimentological, which are illustrated by means of two examples.

Great emphasis is given on the great information which can be obtained starting from the study of the sediments related to the glaciers (tills, glaciofluvial and glaciolacustrine sediments) towards the reconstruction of the glacial quaternary history.

Finally the possible use of these work methods is questioned referring to the study of quaternary glaciation of the Galician-Portuguese mountains in wich Galician specialists on the quaternary are working.

1. Introducción

La presente nota surgió a raíz de los contactos establecidos desde hace tiempo entre distintos miembros del Grupo Gallego de cuaternario y cuaternaristas catalanes.

Desde principios de los años setenta se empezó de forma sistemática a estudiar diversos aspectos de la geomorfología del Pirineo por parte de especialistas de la Universidad de Barcelona, que han utilizado como base los estudios geográficos que tratan el sector sur de la cordillera, realizados desde principios de siglo, así como los trabajos de los geomorfólogos franceses en el sector norte. En la actualidad nuestros estudios están concretados en la investigación del glaciarismo cuaternario en distintas zonas de la vertiente meridional estando totalmente cubierto el Pirineo Oriental y en periodo de estudio determinados valles del Pirineo Central.

En la presente comunicación se indican y se discuten los diferentes métodos de trabajo utilizados así como su posible aplicación en los estudios que actualmente se inician en las sierras Galaico Portuguesas.

2. El glaciarismo cuaternario como hecho geológico

Históricamente ha habido y existe hoy todavía, una preferencia por el estudio de las formas en los trabajos sobre glaciarismo realizados en la Península. Ello es lógico y comprensible por la gran importancia erosiva de los aparatos glaciales que condiciona enormemente el modelado de un paisaje. Tanto las formas de acumulación, pero sobre todo las formas de erosión glacial, preocupan grandemente a los estudiosos del tema. Cabe destacar en este sentido la influencia de las corrientes geomorfológicas francesas que han marcado la pauta en este tipo

(*) Departament de Geomorfologia i Tectónica. Fac. de Geologia. Univ. de Barcelona.

de trabajos dando prioridad al estudio de descripción y génesis de las formas del relieve. Este camino seguido en la investigación del glaciario cuaternario nos parece lógico absolutamente necesario, pero no suficiente si entendemos como finalidad de nuestro estudio el establecimiento de una serie de sucesos geológicos con unas características ambientales muy determinadas acaecidas a largo de un período bien delimitado en la escala de los tiempos geológicos. En mi opinión es fundamental estudiar el glaciario cuaternario enmarcado en el ámbito de la **Geología del Cuaternario** y como tal hecho tendremos que recurrir a los métodos y técnicas que puedan darnos información en este sentido. Esta información la obtendremos a partir del estudio de los sedimentos que son en definitiva los que nos han de suministrar el registro geológico del hecho glacial.

3. El problema de las prioridades en el establecimiento de criterios geomorfológicos o sedimentológicos

Se nos plantea pues un cierto dilema entre la aplicación de criterios geomorfológicos y/o sedimentológicos, cuando investigamos el glaciario antiguo en el Pirineo. En realidad es un error enfocar la cuestión como un enfrentamiento entre dos métodos o vías posibles de trabajo. Está claro que si queremos estudiar el glaciario de un macizo o cordillera como hecho geológico fundamental del Cuaternario, y con ello entiendo el establecer todas las distintas fases de la historia glacial cuaternaria, es absolutamente necesario utilizar las vías de trabajo anteriormente citadas.

4. Metodología utilizada en el Pirineo

Nuestro enfoque del estudio del glaciario del Pirineo se puede sintetizar en dos vías de trabajo interrelacionadas y no necesariamente simultáneas (ver Cuadro I). Una primera «vía geomorfológica» en la que se estudia la geomorfología de un ámbito regional bien delimitado, (generalmente un valle principal con sus tributarios) utilizado como método principal de trabajo la fotointerpretación y cartografía de formas del relieve. El resultado final se sintetiza en un mapa geomorfológico a escala 1/25.000-1/50.000 donde se establece una clasificación morfo-genética del modelado, diferenciando las formas de erosión de las de acumulación (ver foto 1) y en algunos casos ordenando estas últimas cronológicamente. Por influencia de la escuela francesa hemos utilizado como leyenda guía para tales cartografías, la del mapa geomorfológico de Francia 1/50.000 (Jolly Tricart). (Ver figura 1).

Una vez realizada esta «vía geomorfológica» es absolutamente necesario para estudiar el glaciario emprender la segunda «vía» que podemos llamar «sedimentológica» (ver cuadro I). A partir de las formas de acumulación cartografiadas en la fase anterior es posible hacer un inventario de las mismas pudiendo con ello delimitar las formaciones sedimentarias de mayor interés para nuestro estudio.

Es necesario trabajar a nivel de afloramiento procediendo a la descripción petrográfica y estructural del sedimento con el correspondiente levantamiento de perfiles estratigráficos. Cabe al mismo tiempo realizar cuando ello sea posible un muestreo de los distintos tipos de sedimentos para aplicar las técnicas analíticas correspondientes (ver cuadro I).

Con los resultados obtenidos podemos establecer una estratigrafía local (relativa en la mayoría de los casos y absoluta cuando las técnicas empleadas lo permiten).

Simultáneamente y para llegar a la reconstrucción paleogeográfica del glaciario es de sumo interés la interpretación genética de los sedimentos. Para ello estableceremos los modelos deposicionales en aquellos sectores donde encontramos formaciones sedimentarias importantes en extensión y en variedad de depósitos. Siguiendo los criterios de clasificación genética de sedimentos establecidos por la «INQUA Commission on Genesis and Lithology of Quaternary Deposits» (Cuadro II), realizando una cartografía de «Facies deposicionales» a escala 1/10.000 o 1/25.000 (ver figuras 2 y 3). Estas cartografías juntamente con el levantamiento

to de los perfiles estratigráficos son imprescindibles para establecer así uno o varios modelos paleoambientales perfectamente localizados en sectores concretos del área estudiada.

A partir de aquí se intenta la correlación de las distintas formaciones sedimentarias de la zona estudiada llegando posteriormente a interpretar todos los episodios posibles de la historia glacial cuaternaria de un valle determinado, si procedemos igualmente con los valles vecinos, con los resultados obtenidos podremos definir distintas formaciones sedimentarias bien delimitadas en la estratigrafía local. A partir de aquí se intenta la correlación de aquellas con otras de la zona estudiada, llegando a reconstruir finalmente los distintos episodios de la historia glacial cuaternaria de una cuenca determinada. Si procedemos igualmente con los valles o cuencas vecinas nos será posible establecer correlaciones entre ellos, llegando así a reproducir de forma ordenada los principales hechos de la historia glacial del macizo o cordillera.

4.1. Interés de los sedimentos en la interpretación del glaciario

Los escasos pero valiosísimos depósitos conservados de las glaciaciones cuaternarias nos resultan imprescindibles a la hora de interpretar los acontecimientos glaciales, sus características y su sucesión en el tiempo. A partir del estudio de modelos actuales y aplicando el Principio del Actualismo podemos llegar a establecer una estrecha relación entre el valor genético de un sedimento y su significación paleoambiental. Esto es en gran medida lo que pretende la «INQUA Commission on Genesis and Lithology of Quaternary Deposits», antes citada, llegando a establecer una clasificación genética unificada de todos los distintos sedimentos glaciales o «tills»¹. Un ejemplo de ello lo podemos ver en el cuadro II y en las fotos 2 y 3.

Cabe considerar además de los «tills» otros depósitos estrechamente relacionados con los glaciares y de un interés estratigráfico y a la vez paleogeográfico indudable. Se trata de los sedimentos de ambiente glaciolacustre y fluvio-glacial. Dentro de estos últimos cabe diferenciar aquellos de sedimentación yuxtaglacial de los proglaciales de tipo «out-wash», siendo estos últimos de mayor importancia tanto cualitativa como cuantitativa, y estando generalmente relacionados con las terrazas fluviales aguas abajo del dominio proglacial. En los depósitos lacustres se pueden diferenciar gran variedad de facies deposicionales (deltaicas, de playa, de fondo de cubeta, etc.). (ver fotos 4 y 5). La existencia de estos sedimentos glaciolacustres implica casi siempre una estabilización del glaciar, sobre todo si el lago es de obturación yuxtaglacial. También pueden ser testimonio de una fase de retroceso glacial en el caso de un largo proglacial. Sea cual fuera el caso, la principal virtud de estos depósitos, entre los que destacan los típicos sedimentos varvados, radica en su potencial cronoestratigráfico.

5. Discusión del método

Queda clara la necesidad de utilización de las dos vías de estudio anteriormente descritas. También es evidente que se debe de iniciar un estudio de glaciario con la elaboración del mapa geomorfológico regional. La vía sedimentológica es sin duda, desde el punto de vista geológico, la de mayor interés pero hay que reconocer sus importantes limitaciones. No es muy frecuente estudiando el glaciario de nuestros macizos encontrar grandes formaciones sedimentarias que nos den un registro más o menos continuo de los distintos episodios glaciales cuaternarios. Al tiempo que estas formaciones son escasas, la complejidad de correlación entre ellas es también un obstáculo evidente. Podemos decir que la empresa es ambiciosa y que los resultados obtenidos hasta la actualidad en el Pirineo son esperanzadores. Nuestros estudios actuales se centran en la interpretación de las distintas facies sedimentarias glaciales de sectores muy localizados. Así como la vía geomorfológica podemos decir que está muy avanzada sobre todo en el Pirineo Oriental la vía sedimentológica está prácticamente en

¹ Utilizamos el término «till» siempre que nos referimos a un sedimento depositado por el hielo de un glaciar. Al término morrena le atribuimos un valor de forma de acumulación relacionando su posición con respecto al glaciar.

sus inicios. La dificultad de utilizar algunas técnicas de análisis y la gran envergadura del proyecto no nos impide sin embargo la continuidad del mismo.

6. Su posible aplicación en las Sierras Galaico-Portuguesas

La metodología utilizada está lógicamente relacionada con las características del glaciario de cada macizo. En este sentido el glaciario del Pirineo y el del macizo Galaico-Portugués tienen diferencias importantes. Mientras que en el Pirineo encontraremos restos de grandes glaciares de valle cuyos lenguas descendían desde los 3.000 m. hasta los 800 m. recorriendo longitudes de hasta 40 km, en las sierras Galaico-Portuguesas se trata de glaciares de circo y pequeñas lenguas glaciales cuyas cabeceras no sobrepasan los 1.500 m. y cuyas longitudes parece ser que difícilmente llegarían a los 10 km. según los últimos estudios¹.

Estos pequeños pero importantísimos aparatos glaciares dan lugar a un modelado muy distinto al del Pirineo, y condicionado además por agentes morfogenéticos durante el Holoceno de signo completamente diferente de los que acontecieron en las montañas pirenaicas.

Creemos fundamental la realización de estudios geomorfológicos en los Montes Galaico-Portugueses, en este sentido han trabajado Schmidt-Thomé (1978) y Coudé (1978-79), los cuales marcan ya el inicio de importantes descubrimientos. El hecho de encontrar restos de glaciares cuaternarios con un posible nivel de nieves permanentes sobre los 900-1000 m. en estas latitudes es de una importancia trascendental. Es por ello necesario seguir trabajando en el estudio geomorfológico de toda esta región, con ello podremos llegar a la perfecta delimitación de las áreas glaciales. Aunque las características de estos pequeños glaciares no parecen muy favorables a la formación de grandes depósitos, Coudé (1978-1979) cita acumulaciones de materiales glaciofluviales y glaciolacustres de obturación, la presencia de los cuales abre una clara posibilidad de aplicación de la vía sedimentológica. Continuar pues los estudios en estas sierras, ampliándolos a las áreas vecinas y utilizando los métodos de trabajo antes expuestos, creemos que es un buen camino para llegar a reconstruir con precisión, las características del glaciario cuaternario que afectó a este sector de la Península.

¹ HERNANDEZ PACHECO, F. 1958. SCHMIDT - THOMÉ 1978 y COUDÉ-GAUSSEN 1978-1979.

BIBLIOGRAFIA

- COUDÉ - GAUSSEN 1978. «Confirmation de l'existence d'une glaciation würmienne dans les montagnes du Nord-Ouest du Portugal, *C. R. Soc. Géol. France*, fasc. 1 p. 34-37, Paris.
- COUDÉ - GAUSSEN G. 1979. «Les Serras de Peneda et do Gêrez (Minho, Portugal), Formes et formations d'origine froide en milieu granitique». *Thèse de doctorat de 3^{ème} Cycle*. Université de Paris I.
- DREIMANIS, A. 1976. «Tills: Their origin and properties». Inc: *GLACIAL TILL Special Publication n° 12 of the Royal Society of Canada*. Ed. by Robert F. Legget, p. 11-49, Ottawa.
- HERNANDEZ PACHECO, F. 1958. «El glaciario cuaternario de la Sierra de Queixa». *Bol. R. Soc. Hist. Nat., Sec. Geol.*, t, LV (1957), 27-74, Madrid.
- LEYENDA 1976. Para el mapa geomorfológico de Francia a escala 1:50.000. Inst. Jaime Almera de Invest. Geol. C.S.I.C. Barcelona.
- SCHMIDT-THOMÉ, P. 1978. «Nuevos testigos de una glaciación wurmiense extensa y de altura muy baja en el N. O. de la Península Ibérica (Orense, España y Minho/Tras os Montes, Portugal). *Cuad. Semin. Est. Cerâm. Sargadelos* n° 27 «Geología parte norte del Macizo Ibérico», Ed. homenaje a ISIDRO PARGA PONDAL, p. 221-243. A Coruña.

Bibliografía monográfica

- EQUIP DE GEOMORFOLOGIA 1980. «Catálogo de los glaciares de la Península Ibérica (1979) *Notes de Geografia física*, n° 3. Departament de Geografia, Universitat de Barcelona.
- GOMEZ ORTIZ, A. 1980. «Morfogénesis glacial y periglacial de los macizos de Calmquerdós, Tossa Plana de Lles y Port Negre (Cerdanya - Alt Urgell). *Tesis doctoral inédita*. Dept. de Geografia Física. Universitat de Barcelona.
- MARTÍ I RIBA, J. 1980. «Morfología glacial i periglacial de la Ribera de Sant Nicolau, (Alta Ribagorça). Iniciació a l'estudi de la dinàmica actual». *Tesi de Llicenciatura (inèdita)*. Dept. de Geografia. Universitat de Barcelona.
- PUIGDEFABREGAS, C; SERRAT, D y VILLAPLANA, J. M. «Litología y Morfología de les Valls d'Andorra». Mapa a escala 1:50.000 En: Folch, R. «*El patrimoni natural de les Valls d'Andorra*. Els sistemes naturals andorrans i Llor utilització». Ed. Ketres, Barcelona.
- SERRAT, D. 1979. «Rock glacier morainic deposit in the eastern Pyrenees». En: Schlüchter, Ch ed.: «*Moraines and varves*». Origin, genesis, classification», p. 93-100, A. A.. Balkema, Rotterdam.
- SERRAT, D. 1980. «Estudio geomorfológico del Pirineo Oriental (Puigmal-Costabona)». *Notes de Geografia Física*, n° 2, p. 39-55, Dept. de Geografia, Universitat de Barcelona.
- VILAPLANA, J. M. 1979. «Estudi de glaciariisme de les valls d'Ordino i d'Arinsal (Andorra)». *Tesi de Llicenciatura (inèdita)*. Dept. de Geomorfologia i Tectònica, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona.
- VILAPLANA, J. M. y SERRAT, D. (en prensa). «Els dipòsits d'origen glacial de la cubeta de La Massana-Ordino (Andorra): llur significació paleogeogràfica». *Acta Geològica Hispànica*, Vol. XIV homenaje a Dr. L. Solé Sabarís. Barcelona.

A P E N D I C E

Estado actual de los estudios sobre glaciario pirenáico realizados en la Universidad de Barcelona hasta 1980

GLACIARISMO CUATERNARIO

Pirineo Oriental por sectores:

— Puigmal - Costabona	R - G
— Puig d'Alp - Puigllançada	E - G
— Calmquerdós, - Tossa Plana de Llès - Port Negre	R - G + S

Pirineo Central por sectores:

— Ribera de Cardós	E - G
— Vall Ferrera	E - G
— Espot - Sant Maurici	E - G
— Ribera de Sant Nicolau	R - G
— Noguera Ribagorçana - Noguera de Tor	E - G + S
— Cotiella	E - G

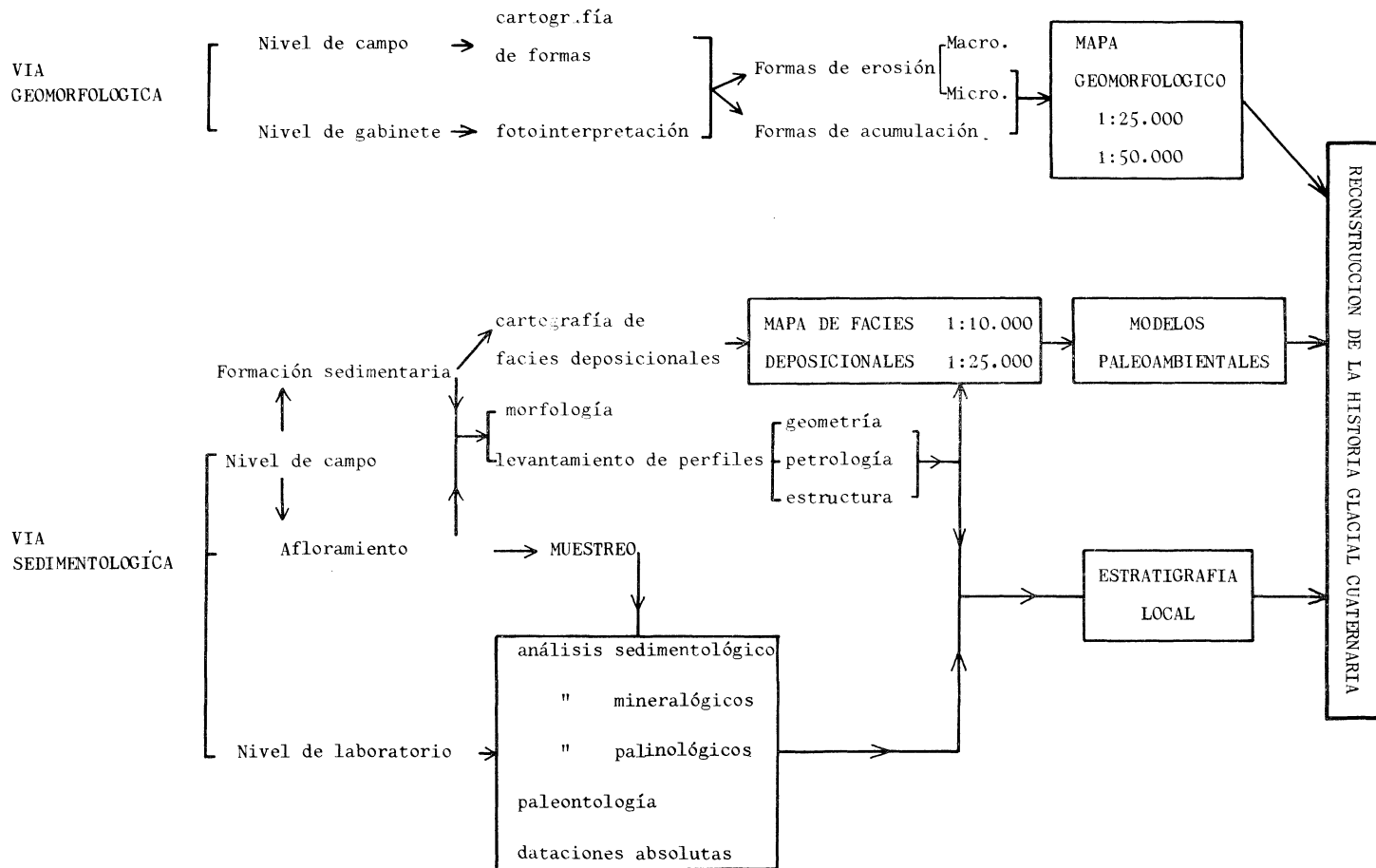
GLACIARISMO ACTUAL

— Macizo de Balaitous	R - A
— Picos del Infierno	R - A
— Alto valle del Ara	R - A
— Macizo de las tres Sorores (Mte Perdido)	R - A
— Macizo de Posets	R - A
— Macizo de Maladeta - Aneto	R - A
	E - D

Significado de las abreviaturas empleadas

Estado actual del trabajo:	R - ya realizado
	E - en curso de realización
Aspectos tratados en el trabajo:	G - geomorfológico
	S - sedimentológico
	A - evolución y estado actual del glaciar
	D - glaciodinámica actual.

C U A D R O I.. VIAS DE ESTUDIO DEL GLACIARISMO CUATERNARIO EN EL PIRINEO



MATERIAL MORRENICO DURANTE EL TRANSPORTE		MATERIAL MORRENICO DEPOSITADO COMO TILL	
MATERIAL SUPRAGLACIAL		(en medio terrestre)	(en medio acuático)
HIELO GLACIAL	MATERIAL ABLACION	"Flow till"	"WATERLAIN TILL"
	MATERIAL ENDOGLACIAL	"Abt. melt-out till"	
	MATERIAL BASAL	"Basal melt-out till"	
	TILL	"Lodgement till"	
	BASAL	"Deformation till"	
DEFORMACION DEL LECHO ROCOSO O DE LOS SEDIMENTOS GLACIALES Y/O			
SUPERFICIE DE EROSION GLACIAL EN EL SUBSTRATO O EN LOS SEDIMENT.			

CUADRO II. Clasificación genética de TILLS y su relación con el material morrénico durante el transporte, según A. DREIMANIS 1976.

MORFOLOGIA GLACIAL DE LES VALLS DEL VALIRA D'ORDINO I D'ARINSAL

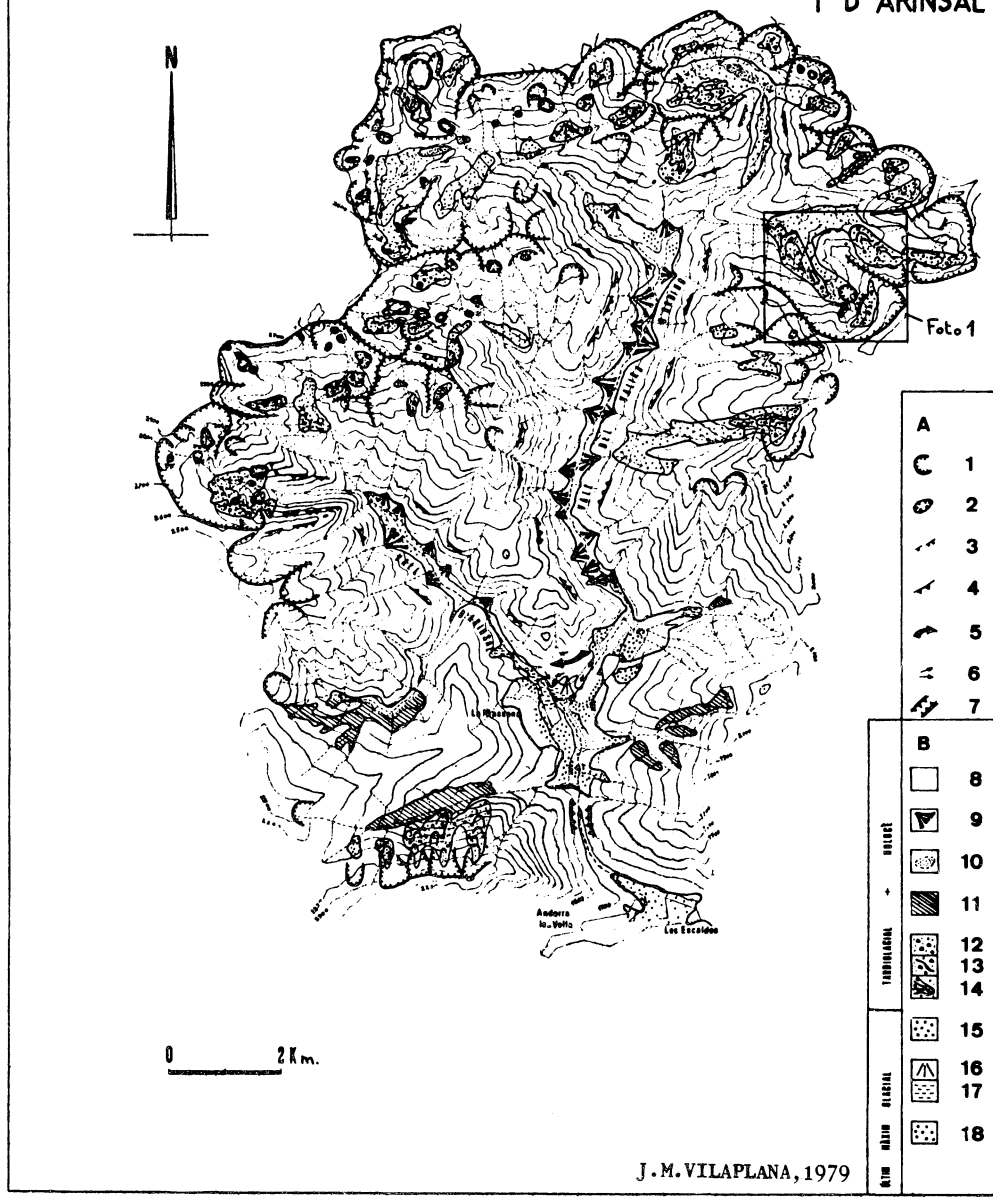


FIGURA 1. MAPA GEOMORFOLÓGIC DEL SECTOR N. O. DE LOS VALLES DE ANDORRA

A) *Formas de erosión*: 1 circo; 2 cubeta de sobreexcavación; 3 umbral rocoso; 4 pared de valle glacial; 5 collado de transfluencia; 6 zona de rocas pulidas y estriadas; 7 garanta subglacial.

B) *Formas de acumulación*: 8 aluviones y coluviones de fondo de valle; 9 cono fluviotorrencial; 10 turberas; 11 acumulación de derrubios periglaciares; 12 acumulación de bloques morrénicos; 13 cordón morrénico; 14 glaciar rocoso; 15 arenas y gravas glaciofluviales; 16 arenas y gravas deltaicas; 17 arcillas lacustres; 18 depósitos morrénicos no diferenciados (basales y laterales).

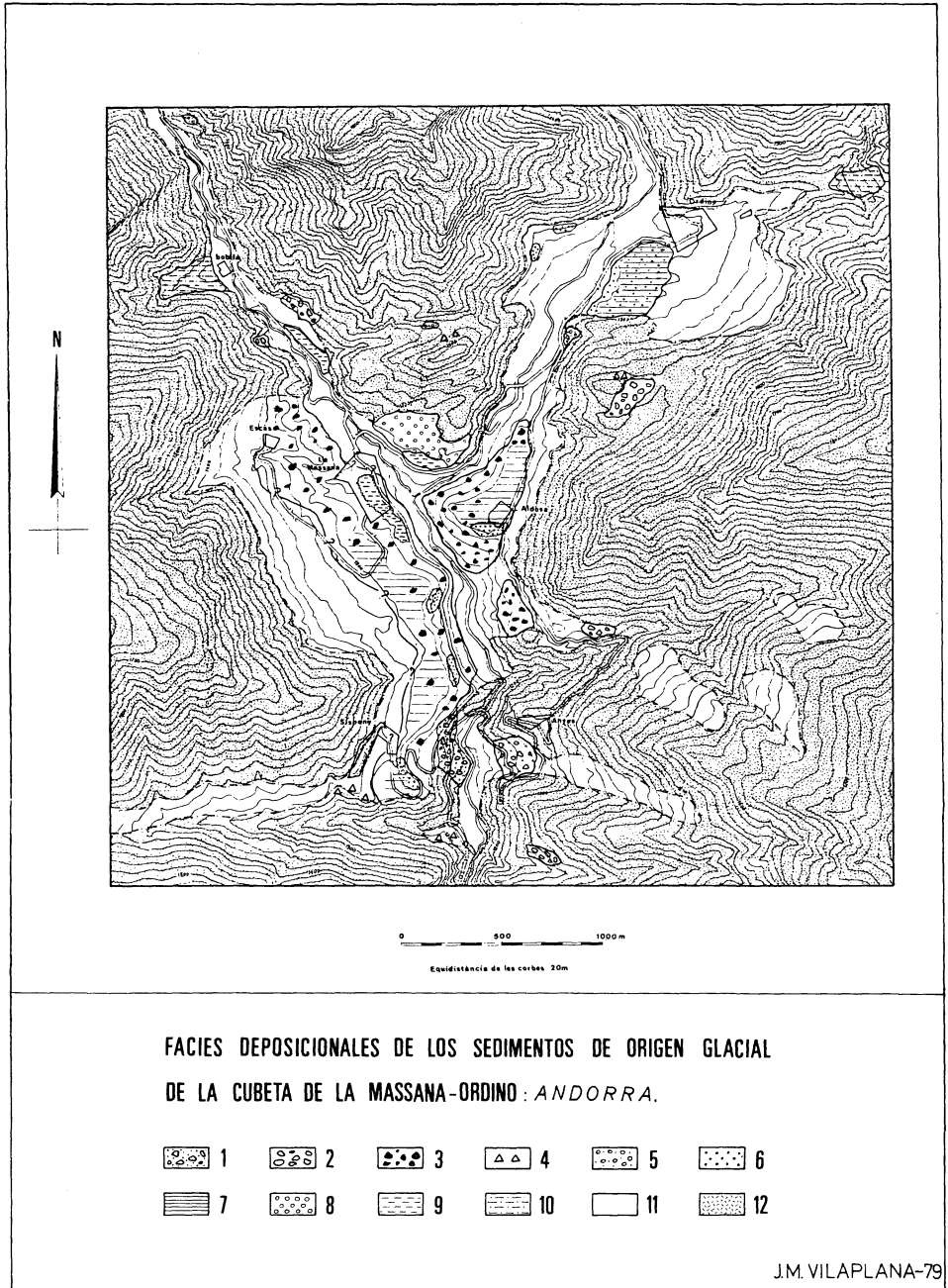


FIGURA 2. (Leyenda)

1 till basal; 2 till lateral; 3 till de obturación; 4 bloques erráticos; 5 facies fluvioglacial de ambiente yuxtaglacial; 6 facies fluvioglacial de ambiente proglacial tipo «out-wash»; 7 superficie de llanura de «out-wash». 8 glaciolacustre proglacial, facies deltaica; 9 glaciolacustre proglacial, facies de centro de cubeta; 10 glaciolacustre yuxtaglacial, facies de centro de cubeta. 11 aluviones y coluviones indiferenciados; 12 substrato Paleozoico.

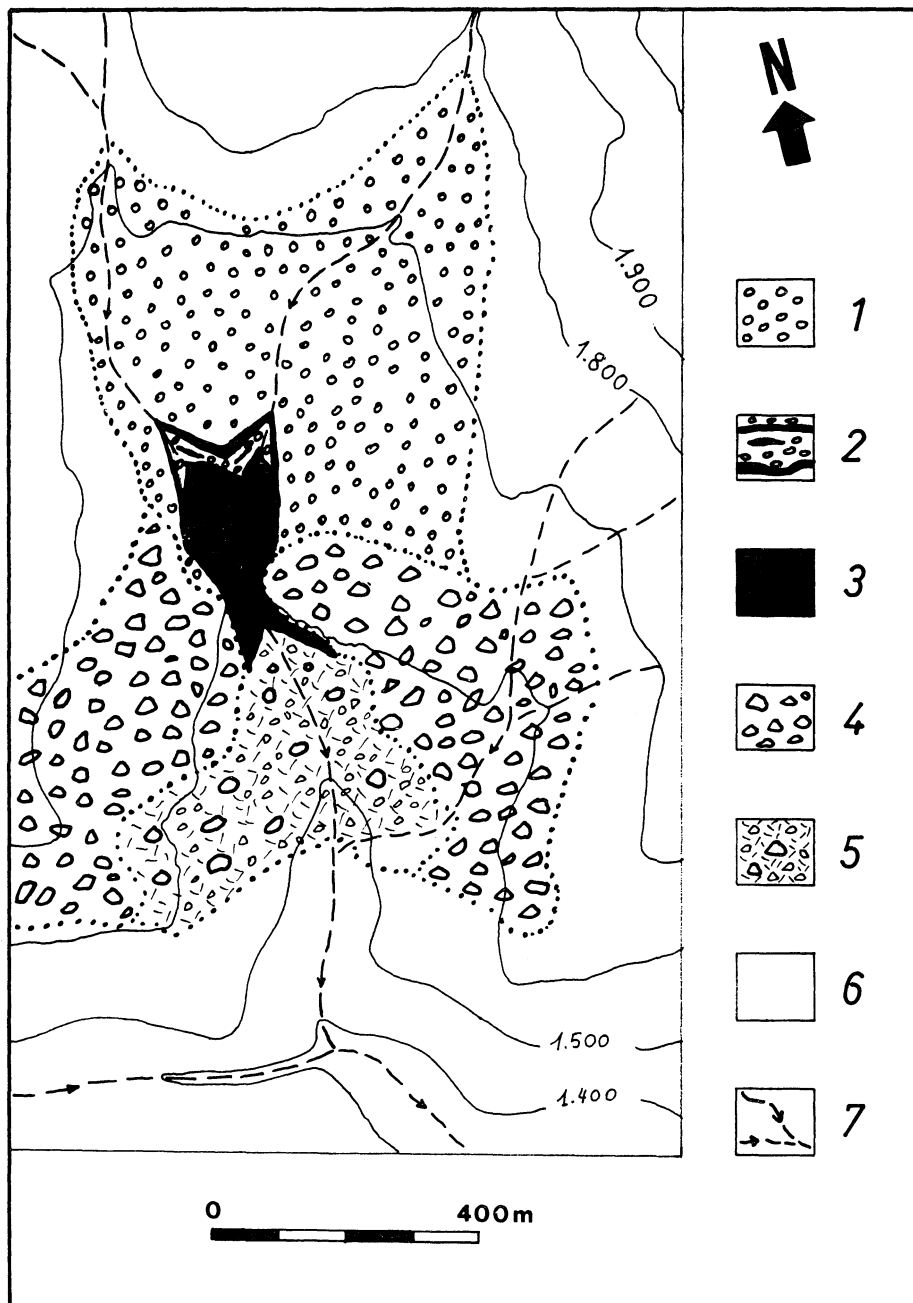


FIGURA 3. FACIES DEPOSICIONALES DE LA FORMACION CUATERNARIA DE LLESTUI Valle de Llauset (Alta Ribagorça).

1.—Facies de cono aluvial. 2.—Facies de transición aluvial-lacustre. 3.—Facies lacustres. 4.—Facies de till de ablación. 5.—Facies de till basal. 6.—Substrato de rocas paleozoicas no diferenciadas. 7.—Curso de agua.



Foto 1. Detalle de una fotografía aérea que podemos comparar con la cartografía geomorfológica (ver Fig. 1). En ella podemos observar claros ejemplos de modelado glacial: un circo glacial excavado en esquistos con una cubeta de sobreexcavación en su fondo, y una serie de lóbulos formados por material morrénico que constituyen un glaciar rocoso.

(Circ de l'Estanyet, vall d'Ordino, ANDORRA).



Foto 2. Till de ablación en la parte superior de la morrena lateral izquierda del glaciar que fluía por la Noguera Ribagorçana (Senet, Pirineo Central). Como rasgos principales de este sedimento se puede observar una importante angulosidad en los bloques, seguramente provenientes de material supraglacial (ver Cuadro II), así como su disposición en planos inclinados contravertiente (la ladera del valle está situada a la derecha de la fotografía).



Foto 3. Till basal de la formación de Llestui correspondiente al glaciar del valle de Llauset (Alta Ribagorça, Pirineo Central). ver Fig. 3. Se puede apreciar la elevada compactación y gran cantidad de matriz características de esta facies sedimentaria.

Foto 4. Arenas y gravas de progradación deltica (foresets), pertenecientes al antiguo lago proglacial de La Massana, ANDORRA (ver Fig. 2).

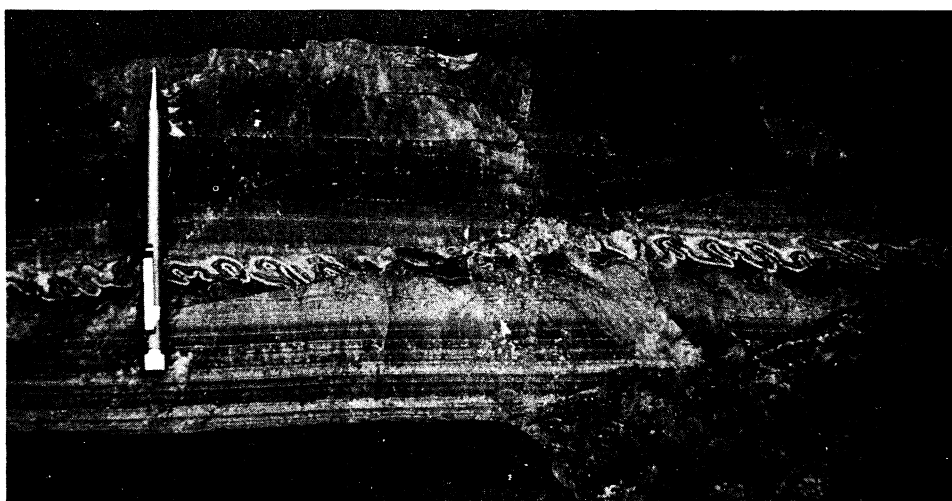


Foto 5. Ritmitas correspondientes a facies de centro de cubeta, con estructuras intraformacionales y fracturas de gravedad, pertenecientes a un lago de obturación yuxtaglacial en el valle de Arinsal, ANDORRA (ver Fig. 2).