

Estudi del glaciariisme quaternari de les Altes Valls de la Ribagorça

Joan Manuel Vilaplana i Fernández

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



JOAN MANUEL VILAPLANA

ESTUDI DEL GLACIARISME QUATERNARI
DE LES ALTES VALLS DE LA RIBAGORÇA

DEPARTAMENT DE GEOMORFOLOGIA I TECTÒNICA
FACULTAT DE GEOLOGIA
UNIVERSITAT DE BARCELONA

043 Vil

R. 1368

5. EL PROBLEMA DE LES TERRASSES FLUVIALS.

" Nadie sabe cuando empezó el armonioso y bronco himno nupcial de las eternas bodas del Noguera de Tor con el Noguera Ribagorzana, ni nadie conoce tampoco qué noche atroz y misteriosa habrá de vérsese el fin a tanta melodía."

Camilo José CELA (de "Viaje al Pirineo de Lérida, 1965).

Una qüestió important ja tractada per diversos autors que han treballat sobre el glaciariisme al Pirineu és l'estudi de les terrasses fluvials i llur relació amb les diferents fases (i glaciacions) quaternàries. Això ha plantejat d'antic una doble problemàtica: la seva significació genètica i el seu valor cronològic. Ja en els estudis de PENCK (1883) , el primer estudiós del glaciariisme a la serralada pirinenca, es justifica l'existència de tres fases glacials quaternàries en funció de diversos nivells de terrasses esgraonades tot establint una relació directa entre els períodes de sedimentació al.luvial a les valls i les fases glacials. Aquesta qüestió encetaria però, un tema molt polèmic com sempre ha estat el de la gènesi de les terrasses fluvials, qüestió que queda lluny dels objectius d'aquest treball. Malgrat tot, sí que cal plantejar unes idees de principis per a justificar, si més no, el present capítol. Sembla clar que els conceptes de terrasses estàtiques i el de terrasses climàtiques cal acceptar-los com a vàlids; sembla també clar però, que en el curs d'un mateix riu, la part més baixa és aquella que reb les influències (en la seva dinàmica) més directes de les diferents oscil.lacions del nivell del mar. Serà per tant al curs baix on podrem parlar de l'influència de l'estatisme en la gènesi de les terrasses. En canvi, en el curs alt, i aquest

és el cas del sector estudiat de la conca de la Noguera Ribagorçana, les fases d'al.luvionament semblen clarament lligades amb períodes climàtics que generen quantitat de material (al.luvions) i quantitat d'aigua capaç de realitzar el transport d'aquests. Cal dir doncs que en aquest ambient es generaven terrasses climàtiques, és a dir, lligades a cada fase glacial tal com afirmava PENCK (1883). Tampoc SOLE SABARIS (1951) admet la gènesi eustàtica per a

la formació de terrasses al Pirineu, i basant-se en el treball de GORON (1941) estableix quatre nivells de terrasses correlacionables amb les quatre clàssiques glaciacions alpines:

T ₄	90 - 120 m	GUNZ
T ₃	60 - 107 m	MINDEL
T ₂	5004 70 m	RISS
T ₁	17 - 30 m	WÜRM

Els tres nivells superiors corresponen a terrasses graonades les quals, segons els autors citats, es poden correlacionar amb les terrasses eustàtiques de les planes al.luvials en els cursos baixos dels rius. El nivells würnians en canvi, opinen que es tracta de varies terrasses encaixades (interestadials) que passen a una única terrassa eustàtica al curs baix dels rius. Finalment, parlen de tres nivells més inferiors als würmians de difícil significació genètica.

Donada la manca de dades que permetrien establir una bona crono-estratigrafia de les terrasses al.luvials quaternàries a les valls pirinenques, la correlació entre elles i els dipòsits morrènics resulta difícil i a vegades sotmesa a possibles errors. Així doncs, pel que fa a la zona estudiada, tot acceptant la significació de terrassa climàtica, hom intentarà de donar-les-hi un valor cronològic relatiu.

5.1. LES TERRASSES DE LES ALTES VALLS DE LA NOGUERA RIBAGORÇANA I DE LA NOGUERA DE TOR

L'existència i conservació de diferents nivells d'al.luvionament en aquestes valls ve condicionat per una sèrie de factors. Primer cal dir que hi ha un control fisiogràfic; el fet de tenir unes valls estretes amb vessants molt redreçats ha dificultat la gènesi de planes al.luvials, produint-se aquestes únicament a les zones de petits eixamplaments (cubetes, confluències, etc.) de les valls. Per altra banda hi ha hagut també un control geomorfològic i àdhuc litològic en la conservació d'aquests sediments. No més els trobem aigües avall de les zones cobertes per glaceres durant el Quaternari; cal exceptuar, lògicament, aquells dipòsits més recents produïts en temps post-glacials. A més, cal considerar que la intensa dinàmica dels vessants i l'energia torrencial de les aigües en els fons de les valls ha degradat fins a erosionar del tot, en molts casos, les possibles terrasses antigues. Finalment, en aquells sectors on els rius circulen a través dels inestables terrenys del Keuper, malgrat ser les zones de més eixamplada de les valls, la degradació de les terrasses ha estat màxima.

En aquestes valls de l'Alta Ribagorça hom troba les terrasses en els següents sectors:

Plana de Vilaller:

És on es troben els primers dipòsits fluvials no relacionats amb la plana al.luvial sub-actual. En aquest sector on la vall presenta una amplitud considerable no més s'hi han trobat dos nivells de terrasses, situats a 3 i a 20 m sobre la llera actual del riu; ambdós són ben visibles a sota l'ermita de Sant Antoni, un quilòmetre i mig aigües avall de la població de Vilaller (Fig.47).

Sector de les Brdes:

Després d'un relatiu encaixament de la vall en atravessar el riu el Permo-trias, hom troba pocs restes de nivells al.luvials penjats en els vessants de margues del Keuper . Concretament, hi ha dos petits afloraments a +25 i a + 54 m, a la pista de Sarroqueta, els quals no conserven ni la morfologia de terrassa. Un nivell de + 5 m es troba amb més continuïtat a la part baixa de la vall.

Sector del Tor.

És la zona de confluència de la Noguera Ribagorçana amb la Noguera de Tor. És una zona molt ampla, on els nivells de terrasses més baixos (+ 5m i + 15m) presenten el seu màxim desenvolupament.

A l'indret del Tor, hom hi troba restes d'un nivell al.luvial molt degradat a 40 m sobre el riu, en el vessant esquerra; i en el vessant dret a l'indret del repetidor de T.V., sobre la borda Cotori, s'hi troben restes d'una terrassa a + 55 m, indicada per la presència de còdols granítics rodats.

Estret de Mirabet:

Es troba a la sortida del Tor, on el riu travessa materials durs (ofites del Keuper a la riba esquerra, i calcàries i dolomies juràssico-cretàciques a la dreta). Hi ha un petit nivell que és la continuació del de +5 m del Tor. També la carretera talla un bon aflorament del nivell + 15 m. A l'esquerra de la vall, a cota 1.060 m aproximadament, i en el contacte entre les ofites i les lutites del Bunts, es troba un petit dipòsit clarament fluvial malgrat la seva deterioració. És un petit collet a sota del Tossal Roi, situat a uns 200 m per sobre de la vall actual.

Sector del Pont de Suert:

Passat l'estret de Mirabet es produeix un petit eixamplament de la vall on hi trobem ben representats diversos nivells de terrasses. Entre ells un de baix, a 5 m sobre el qual es situa el con de dejecció del barranc de Cirés; també sobre aquest nivell hi ha edificat part del poble antic de Pont de Suert (riba dreta). El nivell del camp de futbol i de la piscina (+10+13m), el nivell sobre el qual hi ha el nucli urbà de Pont (+15 m), un altre nivell a + 45 m queda tallat per la carretera que va a la Pobla de Segur. Sobre la cua de l'embassament d'Escales, a la vora d'una guixera abandonada a l'indret del Pilaret, hom troba un petit aflorament de dipòsits al·luvials a 57 m sobre el fons de la vall. Finalment, a la carretera que puja a Gotarta, just a sobre de Pont, hom hi troba còdols i blocs escampats fonamentalment granítics, ben rodats, els quals poden correspondre a una antiga terrassa de + 180 m, degradada pels nombrosos esllavissaments produïts a les margues del Keuper .

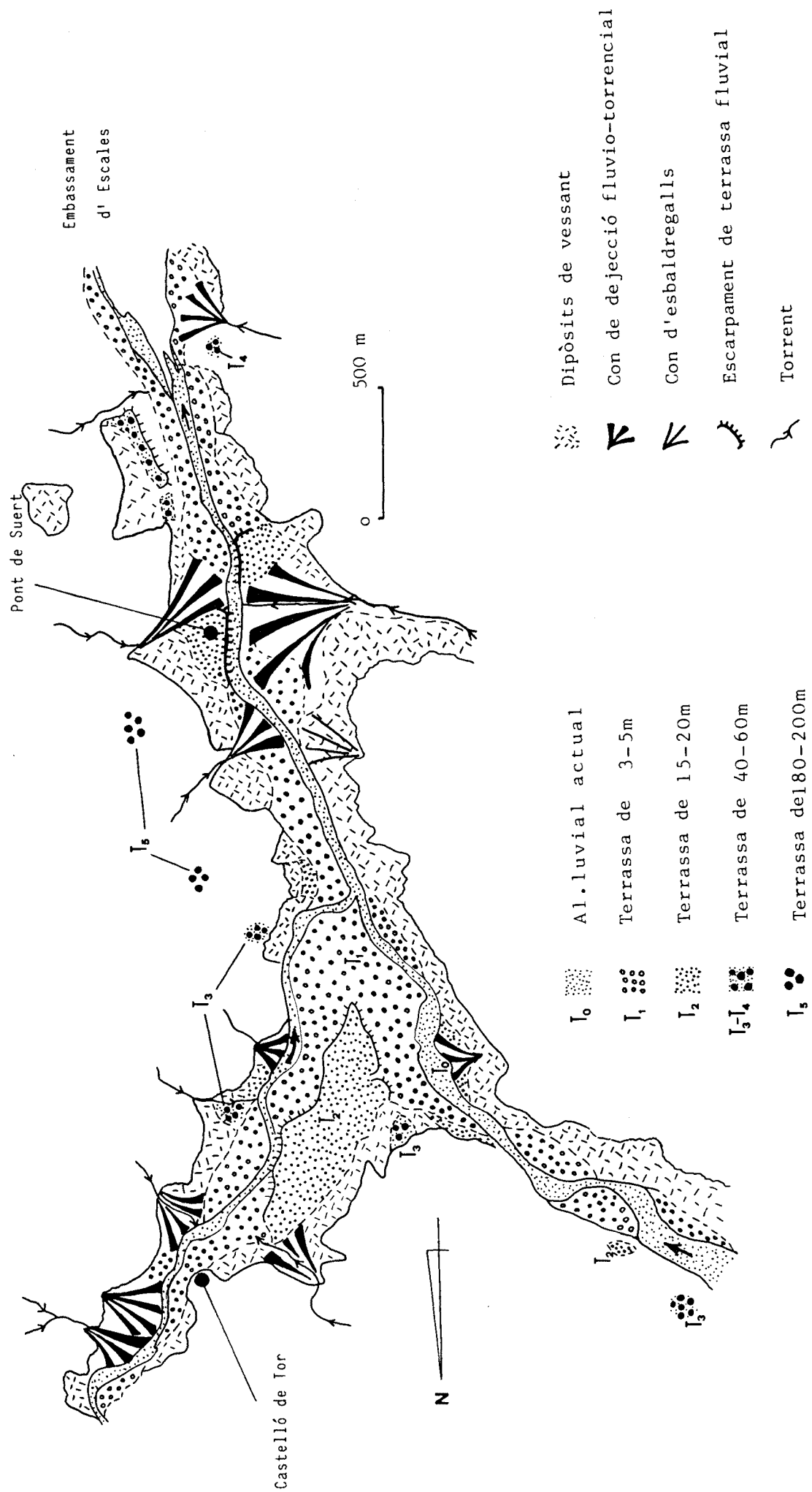


FIG.45.-CARTOGRAFIA DELS NIVELLS DE TERRASSES FLUVIALS DE LA NOGUERA RIBAGORÇANA: SECTORS DEL TOR I PONT DE SUERT.

5.2. SÍNTESI I DESCRIPCIÓ DELS DIFERENTS NIVELLS DE TERRASSES DE L'ALTA CONCA DE LA NOGUERA RIBAGORÇANA

En l'apartat anterior acaben de ser citats, per sectors, els diferents nivells de terrasses fluvials que hi són presents. Hem vist que a partir de l'aiguabarreig dels dos grans rius, a l'indret anomenat el Tor, es comencen a trobar més nivells de terrasses i més ben desenvolupats, sobretot aquells més baixos. Podem dir també que així com a la vall de la Ribagorçana, aigües amunt del Tor ja es comencen a trobar els diferents nivells al·luvials, en el cas de la vall de la Noguera de Tor són inexistents. Només hi trobem un nivell subactual relacionat amb el llit d'inundació del riu, que tan sols està ben desenvolupat a la cubeta de Barruera. Està clar que la inexistència de terrasses es deu a les característiques morfològiques d'aquesta vall estreta i profunda; encara que també cal tenir en compte que els gels quaternaris en la seva màxima extensió arribaren pràcticament al començament del Tor (veure apartat 4.4.2).

A continuació i a tall de síntesi descriuré de més modern (baix) a més antic (alt) els diferents nivells de la conca:

Nivell T_0 : es tracta de la plana d'inundació actual. On es troba més ben representat és a la cubeta de Bono i a la plana de Ginasté, abans de Vilaller. A la vall de Boí, té la seva màxima amplitud a la cubeta de Barruera. En alguns casos forma un replà un metre per damunt del llit menor del riu i els materials que hom hi troba són graves rodades a la base amb nivells de sorres grosses a fines, ben classificades, al damunt. En alguns indrets predominen però llims de decantació.

Sobretot a la plana de Bono i al llit actual del riu en tot el seu recorregut, hi ha també importants acumulacions de còdols i blocs de gran tamany. Part d'aquesta acumulació de material groller fou depositada en una avinguda recent, durant unes pluges torrencials de l'agost de 1962.

Nivell T₁ (3-5m): es tracta de la terrassa baixa de la Noguera Ribagorçana. Hi és ben representada des de Vilaller cap avall, al sector del Tor, on té la seva màxima extensió; sembla una terrassa encaixada en la immediatament superior (T₂) A Sant Antoni (Fig.47) i a Pont de Suert, presenta però una disposició graonada respecte a la T₂ (Fig. 46). Al Sector del Pont, aquesta terrassa de +5 m presenta un tram inferior de graves i còdols ben rodats amb algun nivell de sorres; a la part superior hi ha llims de decantació amb estructuració massiva.

Nivell T₂ (15-20m): aquest nivell es troba esglaonat respecte al T₃. Està constituït per uns al·luvions que presenten grans tamanyes en la mida dels clastes. Es tracta d'una acumulació de blocs i còdols ben rodats i en disposició imbricada en una matriu sorrenca sense fins. Hi ha algun llit o llentia de sorres intercalat. En els blocs i còdols predomina la litologia granítica, d'on cal destacar la presència de blocs completament alterats al costat d'altres completament frescos. A l'aflorament de Sant Antoni (Fig.47) la potència d'aquest nivell és d'uns 8 m, i és de destacar la presència de blocs de granit de mida superior (> 1m) als que trobem aigües avall en aquest mateix nivell. La part superior d'aquest nivell és coronada per 1 m de formació superfi-

ficial local.

Al Tor, aquest nivell T_2 agafa la seva màxima extensió formant una gran terrassa que forma un lleugeríssim pendent des de sota Castelló de Tor fins arribar a la carretera de Viella. Aquest nivell, que és aprofitat per la carretera que va a Caldes de Boí, enllaça amb el vessant margós a través d'un petit glacis d'acumulació.

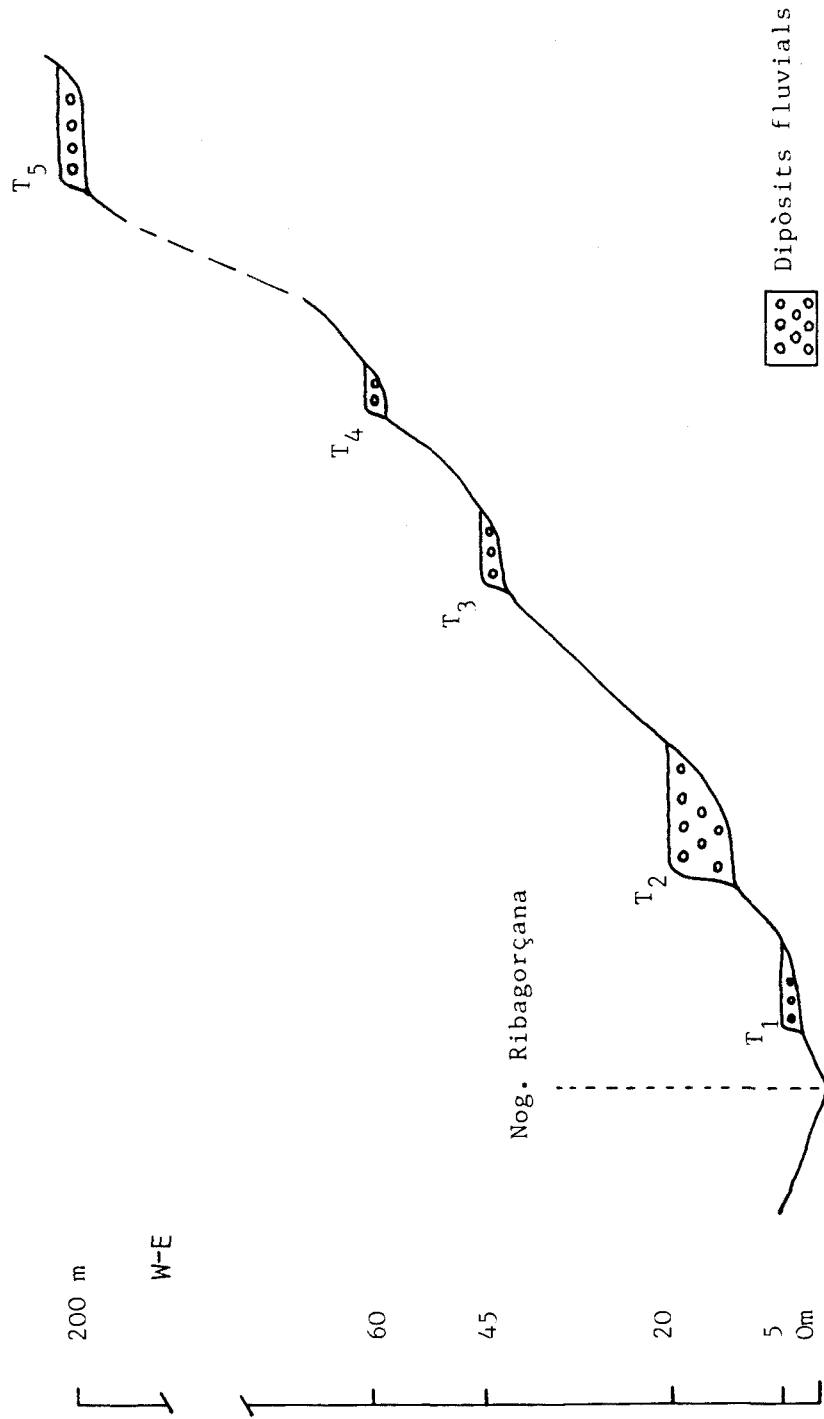
A Pont de Suert, aquest nivell queda ben tallat pel riu actual que d'ençà la riuada del 62 està canalitzat. El tall del nivell on hi ha el poble presenta un material com el que s'ha descrit i una potència similar (7-8 m). A la part superior però, els trams de blocs són recoberts per mig metre de llims, i al sostre hom hi troba mig metre més de formació superficial local constituïda per llims amb gravetes anguloses. El nivell del poble de Pont és parcialment recobert per un petit con de dejecció. Cal remarcar però, que a Pont, entre els nivells T_1 i T_2 hi ha una sèrie de nivells (a 8-10-13 m) que cal interpretar com petits subnivells encaixats en el T_2 .

Nivell T_3 (40-55 m): aquest nivell de terrassa es troba molt degradat a la zona del Tor i a la pista d'accés a Sarroqueta. També hi ha una resta al tall de la carretera que va a Castejón de Sos, a la riba dreta de la Noguera Ribagorçana. Tots aquests afloraments són molt petits i en cap d'ells es pot fer una estimació de la potència del dipòsit ni es conserva cap resta de la superfície de la terrassa. Els materials i les característiques del

dipòsit són molt semblants a la del nivell T₂ : els blocs de granit estan quasi tots arenitzats. També s'hi observen zones amb una cimentació per CO₃ Ca. La matriu sorrenca pot ser ocasionalment lutítica de color vermellós, però això darrer pot ser degut a una contaminació del substrat que està constituït per lutites roges del Keuper. Potser el lloc on aquest nivell està més ben representat, és al Sud de Pont de Suert, a l'esquerra de la carretera en direcció a la Pobla de Segur, just abans de passar el túnel. És una potent acumulació al·luvial de graves i còdols imbricats, amb matriu sorrenca, el sostre de la qual dóna un petit replà a 45 m sobre el nivell del riu. Aquest nivell es veu recobert per una formació que presenta una morfologia de glacis (poc desenvolupat en extensió) que enllaça amb el vessant. Està constituït per 0,5 m de sorres llitades i ben classificades, amb cimentacions de carbonat de calci i amb clastes locals angulosos. Al damunt de les sorres, hom hi troba unes graves de litologia local que indiquen procedència del barranc lateral, amb sorres i matriu argilosa. Cap a l'interior del barranc de Ventolà aquesta formació arriba als 10m de gruixària.

Nivell T₄ (60 m): aquest nivell l'he definit aigües avall del Pont de Suert, al Pilaret, prop d'un petit aflorament conservat al darrera d'un ofites del Keuper, i que presenta una estructuració en llits horitzontals de sorres rentades, i graves i còdols rodats en una matriu sorrenca. Els còdols de granit

FIG.46 ESQUEMA SINÈTIC DELS DIFERENTS NIVELLS DE TERRASSES DE LA NOGUERA RIBAGORÇANA.



estan barrejats, alterats o frescos. Aquest dipòsit podria formar part d'un nivell més alt, o també podria correspondre a la part alta del nivell T₃ ; pocs arguments hi ha però per assegurar una cosa o altra.

Nivell T₅ (180-200m): Es tractaria del nivell més antic de tots, els restes del qual són pocs i es troben molt degradats. Com ja s'ha explicat anteriorment, només s'han trobat dues restes atribuïbles a aquest nivell, totes elles en el Keuper i concretament en els relleus que hi ha a l'esquerra de la vall entre el Tor i el Pont de Suert. El més ben estructurat és el que trobem a sota del Tossal Roi, en un collet modelat en les lutites roges del Buntsandstein. Es tracta d'una acumulació de petites dimensions, de blocs i graves de litologies diverses com en els altres nivells inferiors (granits, esquistes, calcàries, conglomerats), tots ells ben rodats i en els que s'observa una clara alteració. En l'observació morfològica dels clastes cal destacar-hi la presència d'un bloc d'esquist amb una forma clarament glaciogènica, molt similar als blocs trobats en els tills sub-glacials. Aquest fet pot establir una relació entre aquest dipòsit i la seva gènesi glàcio-fluvial.

En tots els vessants d'aquest sector hom troba superficialment en la formació col.luvial algun claste granític rodat, la qual cosa és una mostra de la degradació d'aquest nivell més alt.

Aigües avall del Pont de Suert ja no han

estat cartografiats ni estudiats els nivells de terrasses de la Noguera Ribagorçana. Malgrat això, entre Sopeira i Pont de Muntanya són clars tres nivells de terrasses que, a partir d'una bona cartografia, es podrien correlacionar amb els definits en el present treball. Aquests tres nivells són el de 5m, el de 15-20m i un de 50 m que ve marcat sobretot per un nivell de glacis penjat sobre la vall actual. És evident que amb un estudi acurat hom podria detectar possibles nivells més alts.

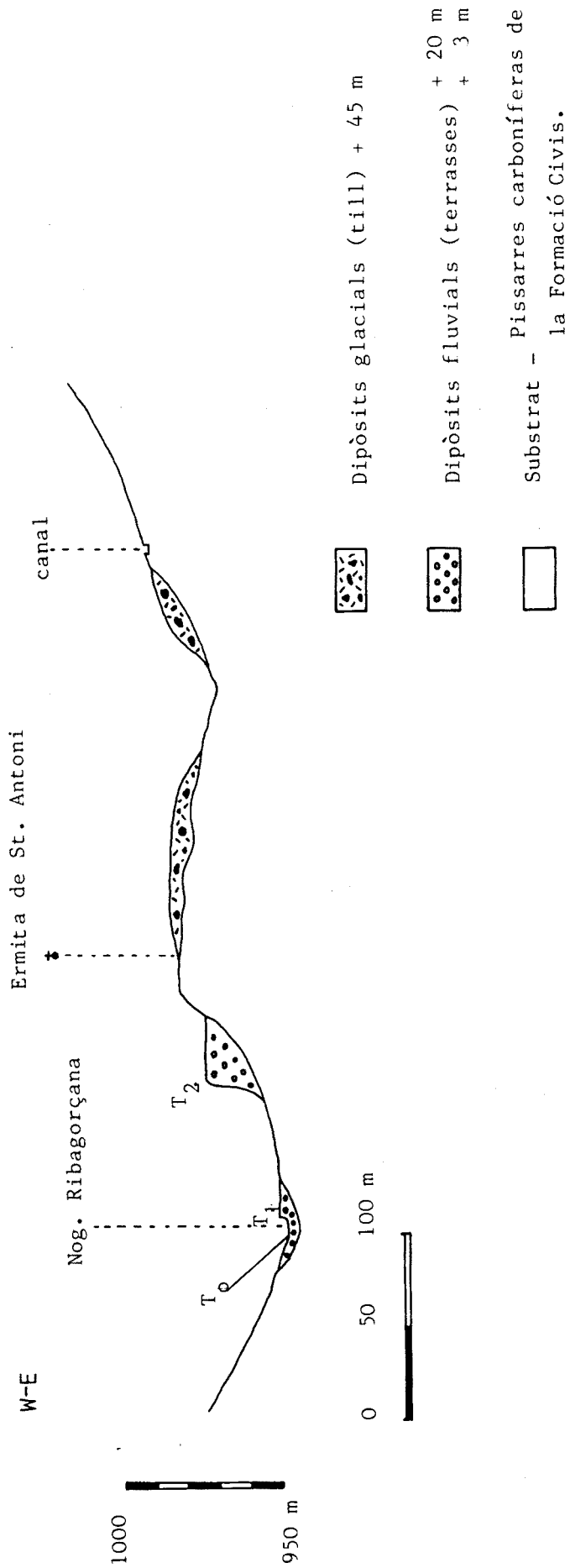
5.3. CORRELACIÓ ENTRE LES TERRASSES FLUVIALS I ELS DIPÒSITS GLACIALS

Intentar aquesta correlació entre dipòsits fluvials i glacials ha resultat sempre una tasca difícil i arriscada. És evident que és un criteri cronològic que cal treballar, perquè tal com diuen MARTÍ BONO et al. (1978): "Demostrado el origen fluvioglaciario de una terraza podemos admitir la existencia de una glaciación, aunque el enlace con las morrenas no sea evidente"; malgrat estar d'acord amb aquesta afirmació, canviaria la paraula glaciació per la de fase glacial.

A l'alta conca de la Ribagorçana hem vist que les característiques sedimentològiques dels diferents nivells de terrasses trobats són similars. Resulta difícil establir-hi una gènesi glàcio-fluvial a partir dels pocs criteris de camp observats en els dipòsits. Malgrat això, sí que sembla clara la deposició glàcio-fluvial del nivell T₅, ja que la morfometria d'alguns clastes així ho confirmen. De tota manera, al pensar en una deposició glàcio-fluvial d'ambient pro-glacial en valls com les que es tracten en el present treball, cal oblidar els models clàssics que hom troba en la literatura especialitzada com a "sandurs" o grans planes d' "out-wash". En el cas de les glaceres de la Ribagorçana i de Tor, el domini pro-glacial es veia condicionat pel fet de quedar encaixat en unes valls estretes les quals haurien de generar més aviat una dinàmica de tipus torrencial similar a l' actual que no pas aquella capaç de produir canals entrelaçats típics en una plana d' "out-wash".

Al sud de Vilaller, a l'indret de l'ermita

FIG.47_ PERFIL TRANSVERSAL DEL FONS DE VALL DE LA NOGUERA RIBAGORÇANA A L'INDRET DE L'ERMITA DE SANT ANTONI (VILALLER).



de Sant Antoni, on ha estat descrit en el capítol anterior el dipòsit morrènic més distal trobat per a la glacera de la Ribagorçana, hom pot establir una relació cronològica entre la deposició del till de Sant Antoni i els materials de la terrassa de 25 m (T_2) talcom ens ho il·lustra la figura 47. Segons el tall transversal de la vall es poden establir clarament sis episodis morfofenètics:

1. Deposició del till de Sant Antoni (Fase de màxima extensió de la glacera de la Ribagorçana).
2. Incisió fluvial de 30-40 m en les pissarres carboníferes (Fase interestadial o interglacial ?).
3. Deposició dels al·luvions del nivell T_2 (+25m)₂ (Fase glacial post-màxim).
4. Incisió en els al·luvions del nivell T_2 (Fase interestadial).
5. Deposició de la terrassa baixa de +3m (T_1). (Fase glacial tardana ?).
6. Petita incisió en T_1 .

Posteriorment, la dinàmica subactual ha modelat la petita llera del riu. .

A partir d'aquesta deducció puntual, si correlacionem el nivell T_2 d'aquest sector amb els mateixos nivells T_2 aigües avall, hem de deduir que la terrassa T_2 correspon a una fase glacial posterior al màxim i per tant de menor extensió, però certament important, cosa que hom dedueix de la seva gran extensió en superfície i en gruixària. Seguint en la suposició que el nivell T_2 sigui glacio-fluvial, la fase glacial que representaria podria possiblement correlacionar-se amb la fase que deposità la morrena frontal més amunt del Seminari de Vilaller.

Seguint el raonament anterior, la terrassa immediatament superior ($T_3 = 40 - 55$ m) cal correlacionar-la amb la fase de màxim glacial representada pel till de Sant Antoni. Això sembla clar, doncs aquest nivell T_3 no es troba aigües amunt de Sant Antoni i, aigües avall, el pas del material morrènic terminal, situat en un replà estructural, a la terrassa T_3 sembla força evident.

Una qüestió més difícil d'esbrinar amb les dades que hom disposa és el decidir si entre la deposició de T_3 i T_2 transcorregué un període interglacial o bé un interestadial. Demostrar aquest fet seria important per a poder parlar d'una o de dues glaciacions. Amb les dades analitzades és clar que el període de temps transcorregut entre la deposició d'ambdós nivells fou prolongat. Molt més prolongat que entre la deposició de T_2 i T_1 . A més, la degradació del nivell T_3 i l'alteració del seus elements contrasta més amb les del T_2 que amb les del T_4 , la qual cosa ens faria pensar que el temps transcorregut per a produir-se la incisió posterior a T_3 fou relativament prolongat, potser superior al que hom atribuiria a un interestadial. L'altre nivell que sembla clar atribuir, en aquest cas sí, a una glaciació més antiga al màxim de Sant Antoni, és la terrassa T_5 . En aquest cas encara que el seu origen sigui clar, no hi ha cap dipòsit morrènic amb el qual sigui correlacionable.

Si no evitem la perillosa temptació de correlacionar aquests nivells de terrasses amb els trobats per d'altres autors en d'altres valls glacials del Pirineu meridional resulta el següent:

- Segons els treballs de SOLÉ SABARÍS (1951) i GORON (1941) citats anteriorment caldria fer les següents:

Nivells T₁ i T₂ diverses fases del Würm
 Nivell T₃ i T₄ (?) diverses fases del Riss.
 o bé
 Nivell T₄ Mindel
 Nivell T₅ Günz

- Segons els autors que han estudiat el complex glàcio-flu-
 vial del Querol (Puigcerdà); BOISSEVAIN (1934). CHEVA-
 LIER (1906). NUSSBAUM (1948), PANZER (1932):

Nivells T₁ i T₂ Würm
 Nivells T₃ i T₄ Riss
 Nivell T₅ pre-Mindel (?)

- Segons MARTÍ BONO et alt (1978), basat en l'estudi de
 les terrasses de l'Alt Aragó:

Nivells T₁ i T₂ Würm
 Nivells T₃ i T₄ Pre-Würm (Riss ?)

- Segons SERRAT (1980) en l'estudi de l'alta vall del Ter:

Nivells T₁ i T₂ Würm
 Nivell T₃ Riss
 Nivell T₄ Mindel
 Nivell T₅ pre-Mindel (?)

Cal dir que encara que hi hagi força coincidència
 en la cronologia dels 3 primers nivells atribuïbles segons
 els diferents autors a les dues últimes glaciacions, i
 els nivells superiors a una o unes glaciacions anteriors,
 en cap estudi del Pirineu meridional no hi ha una sola
 datació absoluta per a corroborar-ho, i ni tan sols restes
 paleontològics o arqueològics que ho recolzin.

De tota manera, en el cas de l'Alta Ribagorça
 el punt més delicat està en la correcta correlació o no
 del nivell T₃ amb el till de St. Antoni; si aquesta pre-

misa la donem com a certa, sense utilitzar la problemàtica cronologia alpina, hom pot sintetitzar el següent:

Nivell T_0	. . . . .	subactual
Nivell T_1	. . . . .	Pulsació 2
Nivell T_2	. . . . .	Pulsació 1
Nivell T_3 i T_4 (?)	. . . . .	Màxim glacial de l'última glaciació o de la penúltima.
Nivell T_5	. . . . .	Glaciació antiga

6. CRONOLOGIA DELS DIFERENTS EPISODIS GLACIALS A LES ALTES
VALLS DE LA RIBAGORÇA

" Si vols entendre el present, comença mirant el passat, no menystinguis la història, si vols endevinar i projectar l'esdevenidor".

Lluís SOLÉ i SABARÍS (l'Avenç 1981).

El present capítol preten ser un recull dels resultats obtinguts en l'anàlisi sectorial i en l'estudi dels nivells de terrasses fluvials. Voldria arribar a una síntesi i correlació de les diferents fases glacials enregistrades en aquest sector del Pirineu.

6.1. SÍNTESI DE LES FASES GLACIALS A LA CONCA DE LA NOGUERA RIBAGORÇANA

En funció dels dipòsits glacials trobats en aquesta vall, tractats en detall en el capítol 4, de la seva significació deposicional, de la seva posició i de la seva morfologia, hom pot establir una estratigrafia a nivell local.

1) Fases glacials antigues

Cal considerar que a la vall han existit fases glacials anteriors al màxim glacial enregistrat. Aquelles són difícils de detectar degut a l'absència de dipòsits relacionats, els quals han estat degradats pels processos erosius dels vessants i dels cursos fluvio-torrencials, i sobretot per la glacera d'un màxim glacial posterior.

Malgrat totes aquestes consideracions, tal com s'ha vist en el capítol que tractava les terrasses fluvials i la seva correlació amb els dipòsits glacials, podem parlar sense cap dubte de glaciacions antigues (entenent per antigues aquelles d'edat anterior al Pleistocè superior).

Únicament hi ha un dipòsit relacionat amb els materials morrènics de la vall atribuïble a un episodi antic. Es tracta dels còdols granítics que formen part d'una important formació col.luvial del barranc de l'Artiga, la qual es troba clarament fossilitzada per una impor-

tant morrena atribuïble a un màxim posterior. Aquests dipòsits col·luvials de l'Àrtiga els interpreto com una acumulació produïda en el període inter-glacial anterior al màxim. Durant aquest període, la dinàmica del vessant retraballa morrenes d'una fase anterior, que forneixen els còdols granítics abans esmentats.

Aquesta fase glacial antiga hom la podria correlacionar amb algun dels nivells anteriors al T_3 que ens marca el màxim glacial.

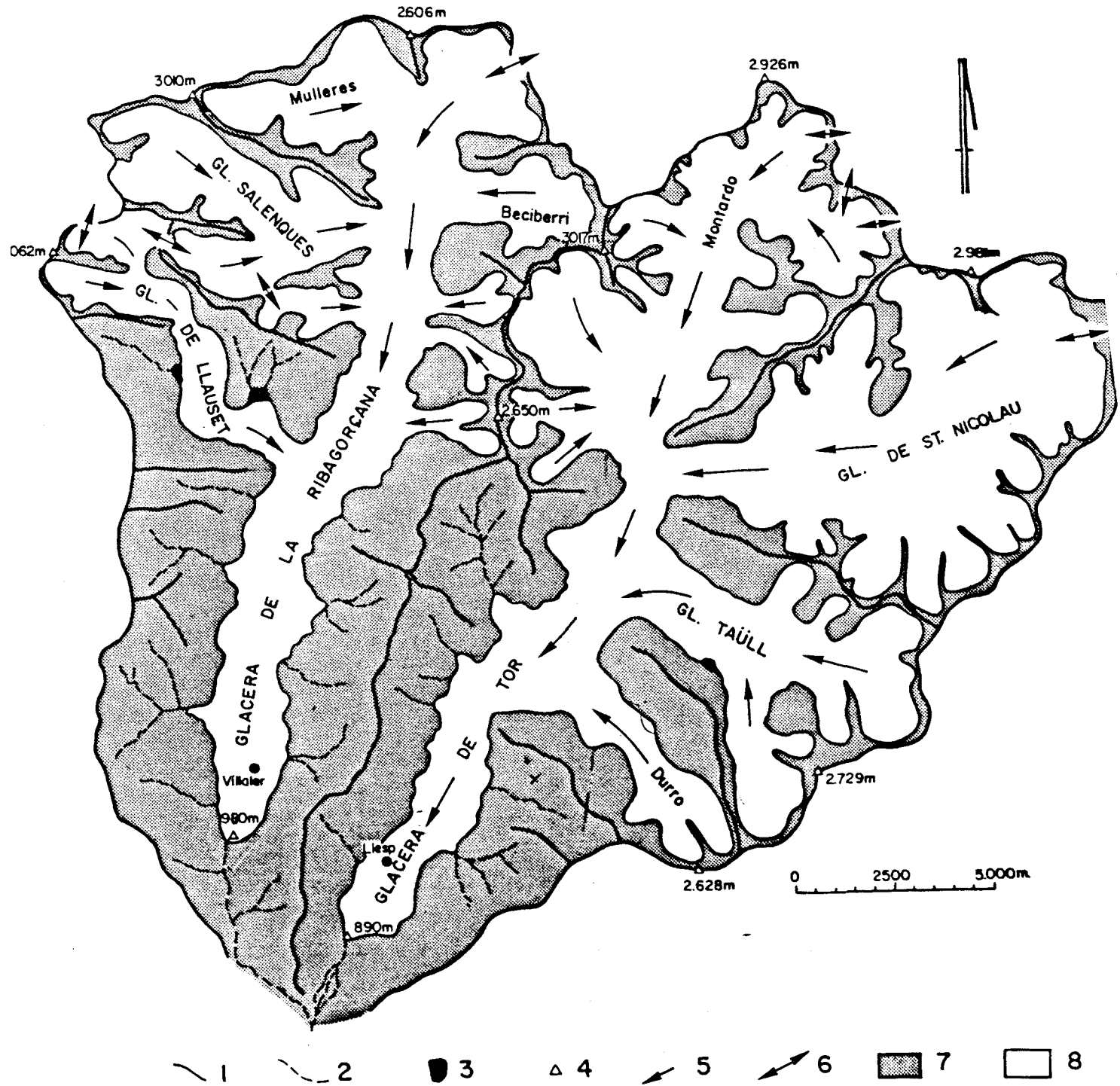
2) Fase del màxim glacial

Aquest episodi és el que més ben representat hom troba a tota la vall. És una fase llarga i estable, durant la qual hom pot diferenciar un punt de màxima extensió del glaç seguit d'una estabilització prolongada. Durant aquest període, l'excavació és important en els fons de vall, on es modelen importants cubetes de sobre-excavació. La sedimentació té lloc en les zones marginals, on trobem importants acumulacions juxta-glacials, i on els talls estan associats a dipòsits glàcio-lacustres (Llestui), glàcio-fluvials (Senet), o a dipòsits del vessant, el qual es modela en funció del nivell de base local marcat per la glacera (Artiga).

L'àrea ocupada per la glacera de la Ribagorçana en aquest període de màxima extensió està indicada a la Fig. 48, on proposo una terminació de la glacera, uns dos quilòmetres aigües avall de Vilaller.

Referent a la seva correlació amb els nivells de terrasses, ja ha estat discutit en el capítol 5 que el nivell T_2 és clarament posterior, i que sembla clar que el T_3 és aquell que millor enllaça amb els dipòsits

FIG.48 EXTENSIÓ DE LES GLACERES DE LA RIBAGORÇA I DE TOR DURANT L'ULTIM MÀXIM GLACIAL QUATERNARI.



1. límit de conca;
2. riu o torrent;
3. llac juxta-glacial;
4. cota topogràfica;
5. sentit del flux glacial;
6. transfluència glacial;
7. àrea no ocupada per glaç;
8. àrea coberta pel glaç.

glacials d'aquest màxim.

3) Fase d'avenç post-màxim

Es tracta d'una fase posterior al màxim glacial anterior, la qual ve representada per la construcció de l'arc morrènic terminal del Seminari de Vilaller (veure cap. 4.4.).

Resulta difícil relacionar altres dipòsits glacials o formes de modelat associats amb la fase d'aquest arc terminal. Això pot fer pensar que es tracta d'una pulsació més curta que l'anterior, sense deposició important associada. Concretament, jo m'inclino a creure que es tracta d'una fase d'estabilització (marcada per un petit avenç) dintre del retrocés de la glacera que s'inicià després del màxim.

Els dipòsits fluvials del nivell T_2 són aquells que correspondrien a les acumulacions glàcio-fluvials d'aquesta fase.

Resulta un xic difícil determinar l'extensió de la glacera durant aquest episodi, només a partir de la informació que ens aporta l'arc de Vilaller. Malgrat que a la Fig.49 he intentat reconstruir l'extensió glacial d'aquesta fase, resulta aventurat dir alguna cosa referent al gruix de la glacera o a la seva extensió en les valls tributàries. Tal com s'ha comentat en la vall de Llauset (cap. 4.1.), quan hom disposi de les datacions absolutes del perfil de Llestui, aquesta qüestió plantejada potser podrà ser resolta.

Acabat aquest episodi, es produeix la retirada progressiva de la glacera de la Ribagorçana.

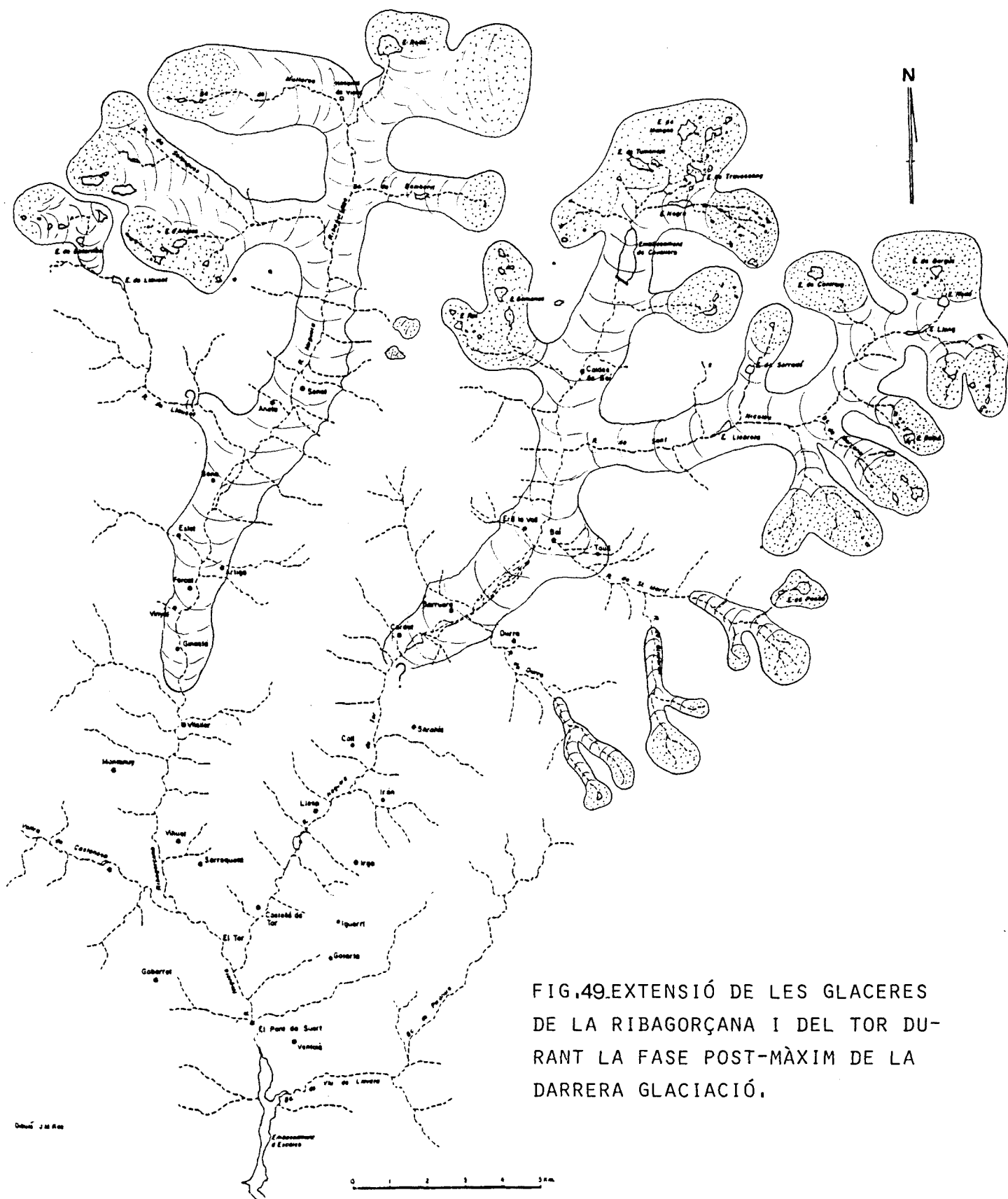


FIG.49.EXTENSIÓ DE LES GLACERES DE LA RIBAGORÇANA I DEL TOR DURANT LA FASE POST-MÀXIM DE LA DARRERA GLACIACIÓ.

Dibuix: J. B. S. M.

4) Fase final

És la que ve marcada per la deposició de l'arc terminal del barranc de Besiberri, a la part alta de la vall. En realitat, és difícil considerar-la com una estabilització dintre del retrocés, o bé com una pulsació ben diferenciada de la fase anterior. Durant aquest període, juntament amb aquesta glacera de vall, deurien coexistir quantitat de glaceres de circ en la majoria de capçaleres de la zona.

Mentre té lloc el retrocés anterior a aquesta fase, i durant ella mateixa, es produeix la sedimentació lacustre a la cubeta de Bono.

En referència a les terrasses i tal com s'ha comentat en el seu moment, aquesta fase glacial es pot considerar correlacionable amb el nivell T₁.

5) Fase de les glaceres rocoses

Posteriorment a la retirada definitiva de les glaceres de vall, i àdhuc de la majoria de les de circ, una fase freda i en condicions de sequera important (SERRAT (1979)), genera geleres rocoses en alguns dels circs orientats al Nord. No són molt nombroses ni estan tan desenvolupades en aquesta conca com en la de la Noguera de Tor.

6) Fases glacials històriques

Resulta difícil parlar de fases glacials recents en aquestes muntanyes; potser fóra millor parlar de dinàmica glacial recent. Poca cosa puc destacar en aquest sentit, només l'existència de glaceres de circ lleugerament més grans que les que avui en dia trobem al Pirineu Central

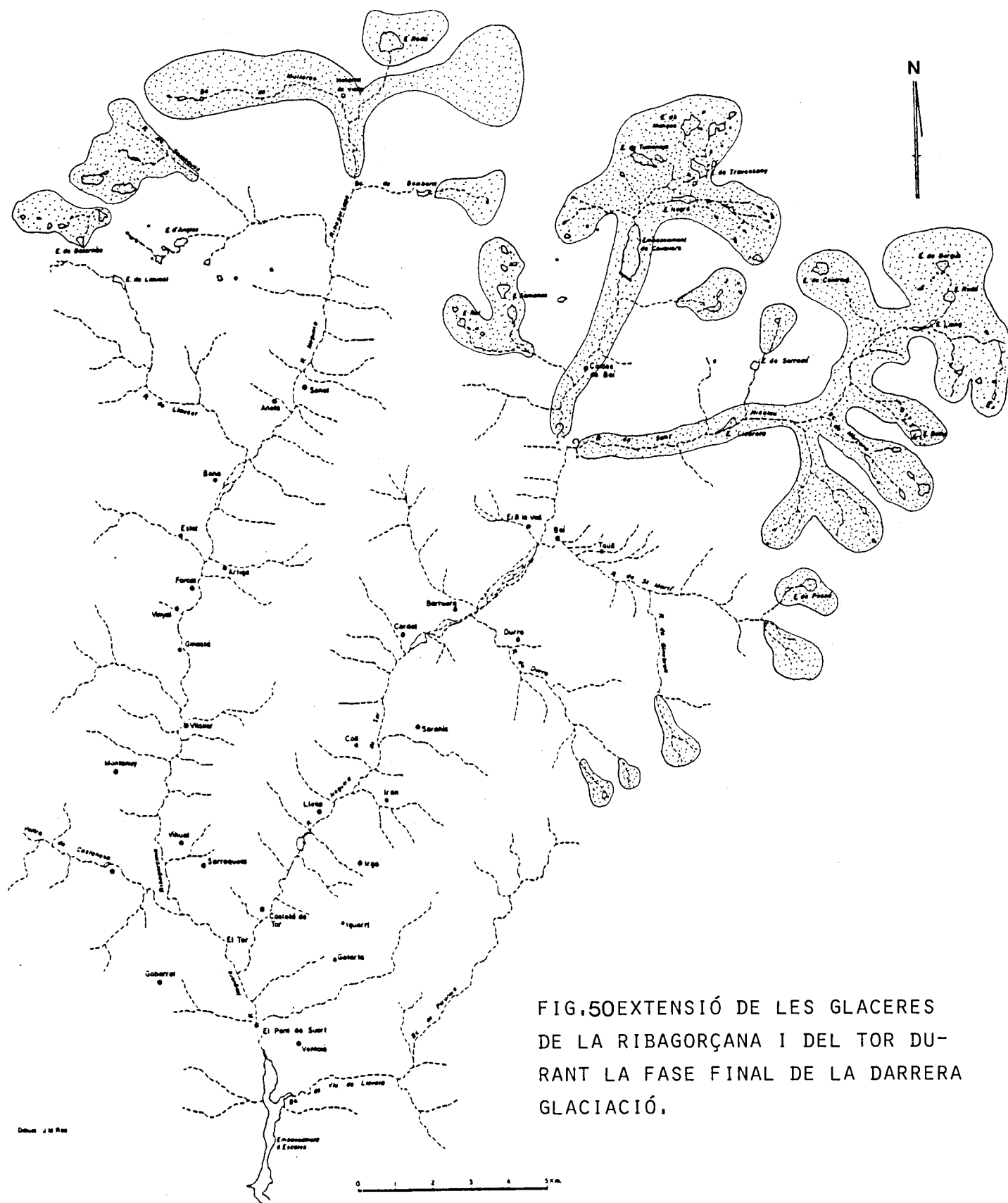


FIG.50 EXTENSIÓ DE LES GLACERES DE LA RIBAGORÇANA I DEL TOR DURANT LA FASE FINAL DE LA DARRERA GLACIACIÓ.

Déjeu, J. et al.

(EQUIPOS, 1980). Aquestes glaceres es concentraven en els circs de Salenques, i a la part alta del Cap de la Vall, així com al voltant del massís de Besiberri. Les trobem representades per petits cordons morrènics frontals o laterals. En alguns casos, quasibé hom les podria considerar com morrenes de nevé. Referent a la seva cronologia, sembla que poden ser atribuïbles a una petita pulsació freda, que als Alps s'anomena "petita edat del gel", i que s'enregistra durant els segles XVII a XIX (MARTÍ BONO et al., 1978).

6.2. SÍNTESI DE LES FASES GLACIALS A LA CONCA DE LA NOGUERA DE TOR

Tal com ha estat comentat en el capítol 4.4. en el fons de vall de la Noguera de Tor pràcticament no hi ha restes de dipòsits glacials que ens permetin parlar de la real extensió de la glacera. A les zones marginals però (valls confluents), hi ha importants acumulacions glacials, amb altres dipòsits associats, que ens permeten establir una estratigrafia glacial local.

1) Fase del màxim glacial (inclou les fases I i II d'Erill-Taüll)

En aquesta conca no s'han trobat restes de dipòsits atribuïbles a alguna glaciació antiga, tal com s'ha comentat per la vall de la Ribagorçana.

Els blocs granítics i sediments (till del Grilló) que hi ha més avall de Llesp, ens marquen la màxima extensió de la llengua glacial del Tor. Tal com he comentat en el capítol 4.4., el front de la glacera, durant el màxim, deuria acabar a l'inici de la plana del Tor.

En els vessants de la vall, i a les zones d'eixamplament i de confluència amb d'altres valls menors, la quantitat de dipòsits que hom pot atribuir a aquest màxim és força considerable (vegeu l'exemple del sector de Taüll, tractat en el cap. 4.2.)

La informació que hom pot extreure de les formes i dels sediments ens parla d'un punt màxim en el qual la llengua glacial arriba a atènyer el seu màxim gruix. Així ens ho demostren, per exemple, els dipòsits i els blocs granítics trobats a 1.800 m, al sector de Taüll-Erill.

Posteriorment, hi ha una important fase d'estabilització, en la qual la glacera principal i les tributàries sobretot es veuen afectades per petites pulsacions, molt ben enregistrades al sector de Taüll (vegeu Fig. 31).

Durant aquest màxim glacial, de perllongada durada, es produí també l'excavació de la cubeta de Barruera.

Aquests dos subepisodis (màxim i estabilització) de la glacera de Tor són correlacionables amb els nivells de terrasses T_4 i T_3 respectivament.

2) Fase d'estabilització post-màxim (correspon a la fase III d'Erill-Taüll)

Després del retrocés que segueix al màxim, la glacera de Tor s'estabilitza durant un cert període. Aquesta fase ve marcada pels següents fets deposicionals:

- sedimentació de la morrena lateral de Sant Quirc a Taüll.
- sedimentació del nivell glàcio-fluvial superior (terrassa) de Sant Martí, a Taüll.
- sedimentació del till sub-glacial de tipus "melt-out" de la carretera de Boí a Taüll.
- modelatge de la morrena d'Erill en funció de nou nivell de base local, marcat pel sostre de la glacera, a 1600 m.

Res no es pot dir sobre la situació de l'acabament de la llengua de la glacera durant aquesta fase. Cap resta atribuïble a un possible complex terminal ha estat identificat. Potser el dipòsit que cita GARCÍA SAINZ (1935), sota de Cardet, en sigui un indici. De tota manera, per la posició del sostre de la glacera a la zona d'Erill-Taüll

durant aquesta fase (1600 m), i considerant que moltes de les glaceres tributàries havien quedat desconectades de la principal, no crec que el front glacial arribés gaire més avall de Cardet (vegeu Figs. III i 49).

Aquesta fase d'estabilització post-màxim, tindria el seu corresponent a la conca veïna en la fase de l'arc del Seminari de Vilaller, i per conseqüència també és correlacionable amb el nivell T₂ de les terrasses fluvials.

A tall de consideració final, si comparem aquesta fase en ambdues conques, sembla que la major estabilització i conseqüent acció sedimentària de la glacera de Tor en comparació amb la de la Ribagorçana, es pot explicar per una més gran duració d'aquesta fase en aquella vall. Això és coherent amb la més gran extensió de la conca glacial del Tor, fet que, davant d'un retrocés glacial generalitzat, retarda la resposta de la glacera. Així doncs, el retrocés que seguí a la fase d'estabilització fou més tardà i lent a la glacera de Tor que a la de la Ribagorçana.

3) Fase de les glaceres de circ (fase IV d'Erill-Taüll)

Aquesta fase ha estat especialment comentada en el capítol 4.2., al parlar de les fases glacials del sector de Taüll-Erill. A les valls de Sant Martí i del Ginebrell és on millor representada està, per la deposició de tills que tapissen els fons de circ.

Si en aquestes petites valls hi havia glaceres, cal pensar que a la capçalera de la vall del Tor i de la Ribera de Sant Nicolau, els aparells glacials allí existents eren encara de certa consideració. Potser es formàren dues petites glaceres de vall que arribaven fins a la Farga (deposició del till de Balneari i de la Farga?). Encara que aquest fet no sigui massa clar, sembla que aquesta

fase es correspon amb la de l'arc del barranc de Besiberri per a l'altra conca (vegeu Fig.50).

4) Fase de les glaceres rocoses (fase V d'Erill-Taüll)

Un cop enretirats els gels pleistocens, es produí una pulsació freda i seca. Definida per SERRAT (1979) al Pirineu Oriental entre 12000 i 10000 B.P. com a fase de les glaceres rocoses, i també coneguda pel nom de Tardiglacial.

Sota aquestes condicions de molt fred i de poca precipitació, l'acció del gel-desgel protagonitza la dinàmica de les altes conques glacials. Al peu de les muralles rocoses més importants que voregen els circs, s'hi acumulen quantitat de gelifractes. Aquests dipòsits, constituïts per blocs angulosos amb gel intersticial, presenten un desplaçament plàstic que els configura una morfologia arquejada i lobulada.

A l'alta conca de la Noguera de Tor, aquestes morrenes de glacera rocosa es troben molt ben desenvolupades, sobretot en els circs de la Ribera de Sant Nicolau orientats al Nord. MARTÍ i RIBA (1981), que les descriu, diu que el desplaçament plàstic d'aquests blocs en presència de gel intersticial era molt limitat, de 100 a 200 m. També veu una relació directa entre el volum de l'acumulació i les dimensions de la paret rocallosa, i no amb les del circ.

Hom en troba també a la capçalera de les valls de Sant Martí i de Durro. En aquest últim cas és molt clar com la glacera rocosa es situa al damunt del till depositat en la fase anterior.

5) Fases glacials històriques

Les observacions coincideixen exactament amb les de la conca veïna. En els massissos més alts (Besiberri, Coma-les-Bienes) hi ha cordons morrènics d'una fase recent de glaceres de circ (petita edat del gel?), situades aproximadament per sobre dels 2600 m.

Actualment no hi ha dinàmica glacial a la conca, únicament algunes congestes de neus permanents sota els circs que voregen els 3000 m.

6.3. CRONOLOGIA GLACIAL DE L'ALTA RIBAGORÇA : A TALL DE SÍNTESE ESTRATIGRÀFICA

Considerant els dipòsits glacials i els sediments relacionats, el seu valor estratigràfic local, així com la seva correlació amb les terrasses fluvials de l'àrea, he elaborat la següent síntesi estratigràfica, resumida en la Fig. 51.

PLEISTOCÈ INFERIOR I MIG

- Període glacial enregistrat pel nivell T₅, de les terrasses de + 180-200m de Pont de Suert.
- Període interglacial (?) enregistrat pels dipòsits de vessant de la unitat de l'Artiga.

PLEISTOCÈ SUPERIOR

- Representat per un llarg període glacial on és possible diferenciar fases glacials; però difícilment hom pot assegurar que es tracti de glaciacions diferents.

I- Fase de màxima extensió glacial

Comprèn un episodi de màxima expansió, i un petit retrocés seguit d'una llarga fase d'estabilitat.

- Tills dels complexos terminals i laterals.
- Complexos glàcio-lacustres de Llestui i de Taüll.
- Terrassa T₃ + 40 - 55 m.
- " T₄ + 60 m.

II - Fase post-màxim

- Arc terminal del Seminari de Vilaller.
- Morrena de Sant Quirc.
- Terrassa $T_2 + 15 - 20$ m.

III - Fase final

- Arc terminal de Besiberri.
- Till del Balneari de Caldes.
- Morrenes de fons de circ.
- Terrassa $T_1 + 5$ m.
- Lacustre cubetes de Bono i de Barruera.

TARDI- GLACIAL

- Fase de les glaceres rocoses
- Morrenes de glacera rocosa.
- Sedimentació lacustre en les cubetes de circ.

HOLOCÈ

- Sedimentació lacustre en les cubetes de circ.
- Al.luvionament recent del fons de vall:
nivell T_0
- Cons de dejecció flúvio-torrencials.
- Morrenes subactuals.

6.4. CORRELACIÒ AMB ALTRES SECTORS DEL PIRINEU

6.4.1. PIRINEU ORIENTAL

SERRAT; (1977-1980), en el Pirineu Oriental, identifica clarament un màxim glacial, amb dos episodis diferenciables. Anteriorment a aquest màxim, cita una sèrie de dipòsits de difícil situació estratigràfica. Amb posterioritat al màxim, troba clarament marcada una fase Tardi-glacial.

Fases pre-màxim (Pre-Würm)

- Arc extern del Querol (Puigcerdà)
- Glacis Santa Lleocaia (Cerdanya)
- Terrasses del Ter superiors a + 40 m.

Fase de màxima extensió (Würm)

- Würm II: morrenes del Freser i del Ter.
- Paudorf : glàcio-fluvial del Ter.
- Würm III: morrenes laterals i obturacions de les valls laterals.

Fase Tardi-glacial

- Morrenes de boca de circ.
- Morrenes de glaceres rocoses.

6.4.2. VALLS D'ANDORRA

A partir de l'estudi dels dipòsits del Sector nordoccidental d'Andorra, VILAPLANA; SERRAT (1979) i VILAPLANA (1983), estableixen les següents fases glacials:

Fase I- últim màxim glacial

- Till de la Massana
- Glàcio-lacustre de Segudet
- Morrena lateral d'Engolasters

Fase II - a) Període d'estabilització

- Glàcio-lacustre de La Massana

b) Període de retrocés

- Glàcio-fluvial d'Ordino
- Morrenes de fons de circ.

Fase Tardi-glacial

- Morrenes de glaceres rocoses.

6.4.3. PIRINEU OCCIDENTAL

En aquest sector del Pirineu, MARTÍ BONO et alt. (1978) han diferenciat perfectament un màxim glacial, en el qual hom pot diferenciar una primera fase d'expansió i una segona d'estancament de les glaceres. També es troben dipòsits anteriors a aquest màxim, i materials de fases post-màxim.

Fase anterior al màxim (Pre-Würm)

- Terrassa + 50 m. de Castiello de Jaca.

Fase de màxim glacial

- a) Màxima expansió: - plaques i morrenes de Sabiñánigo, Aratorés, Cotefablo.

- b) Estancament glacial: Formació
de Linás de Broto*
Arc de Senegüé.
Arcs internas de Castiello.

* Estudis que Carles Martí Bono porta a terme en aquesta formació sedimentària, sembla que indiquen l'èxistència de diferents oscil·lacions de la glacera de l'Ara, durant la fase d'estabilització.

Fase tardana

- Morrenes d'altitud per sobre dels 1500 m

Fases històriques

- Morrenes subactuals (petita edat del gel) i actuals (Maladeta, Posets, Mont Perdut...)

6.4.4. VESSANT SEPTENTRIONAL DEL PIRINEU

Crec molt important el provar d'establir una correlació entre vessant nord i vessant sud. Tot i així, cal fer-ho amb molt de compte, doncs la marcada dissimetria ambiental (climàtica sobretot), que ambdós vessants tenen i han tingut durant el Quaternari, podrien fer-nos caure en greus errors.

Malgrat el gran nombre de treballs sobre el glaciariisme del Pirineu septentrional, n'he escollit un d'en-

tre els més recents que tracten l'estratigrafia del Quaternari a la Serralada. És un estudi, fonamentalment palinològic, del registre sedimentari del llac de Biscaye a Lourdes, realitzat per MARDONES (1982). Aquest treball, que es veu ben recolzat per l'estudi sedimentològic i geomorfològic, estableix, a més d'una bona cronologia absoluta datada pel mètode del carboni 14, els diferents episodis glacials del Quaternari superior.

El registre sedimentari d'aquest llac d'obturació frontal comença a enregistrar-se a partir del retrocés de la glacera de peu de mont, després de l'últim màxim glacial.

L'estratigrafia d'aquest llac marca els següents episodis:

1.- Últim màxim glacial entre 70000 i 50000 B.P.

- Glaceres de peu de mont

2.- Retrocés entre 46000 - 38400 B.P.

- La glacera de peu de mont retrocedeix i comença la sedimentació en el llac.

3.- Fase d'estabilització 31900 B.P.

- El llac és d'ambient pro-glacial

4.- Fase de retrocés 29500 B.P.

- La glacera retrocedeix cap a l'interior de la Serralada.

5.- Fase de glaceres de muntanya

5a - Fase freda 24000 B.P.

5b - Interestadi	14820 B.P.
5c - Fase freda	13150 B.P.

6. Tardi-glacial

- Fase freda 11200 B.P. - 10860 B.P.

Post-glacial comença entre 10860 - 9560 B.P.

En resum, en aquest treball queda clarament reflectit que l'últim màxim glacial per la part occidental del Pirineu septentrional queda situada entre 70000 i 50000 B.P. Posteriorment a això, hi ha tres fases fredes o pulsacions, que queden ben marcades entre 24000 i 15000 B.P. la primera, entre 15000 i 13250 la segona, i entre 13250 i 10800 la tercera i última.

6.4.5. A TALL DE CONCLUSIÓ

Comparant els resultats dels treballs expressats anteriorment i els d'aquest mateix, hom veu una gran coincidència de fases glacials clarament correlacionables, àdhuc en el vessant nord.

És ben clar que a tot el Pirineu es detecta una fase glacial antiga, anterior en tot cas a l'última gran fase d'extensió de les glaceres. També es veu clarament representada una fase d'estabilització consecutiva al màxim i de llarga durada (a Lourdes 10000 anys).

Més recentment, hi ha una pulsació ben marcada a la Ribagorçana (arc del Seminari) que també detecta MARDONES (1982) a Biscaye (24000 B.P.), i, en canvi, no és detectada en els altres sectors de la Serralada que han estat esmentats.

La pulsació més tardana o fase final de la Ribagorçana és també trobada al Pirineu Occidental per Carles Martí Bono (morrenes d'altitud), així com per Mardones que la situa a 13250 B.P. com la darrera pulsació de la fase que anomena de glaceres de muntanya.

Finalment, la pulsació freda del Tardi-glacial és enregistrada a tot el Pirineu per igual. Al vessant sud, com a generadora de glaceres rocoses; al vessant nord, situada sobre els 11000 B.P. a Biscaye, i a Freychinède, JALUT et alt. (1983) detecten una pulsació curta, freda i seca, que situen poc abans dels 11200 B.P.

Amb aquesta fase acaba el Pleistocè al Pirineu, i comença el període post-glacial o Holocè.

És d'esperar que ben aviat disposarem de datacions absolutes, les quals permetran establir unes millors correlacions estratigràfiques.

FIG. 51 - ASSAIG DE SÍNTESI ESTRATIGRÀFICA : correlació entre els dipòsits quaternaris de les altes valls de la Ribagorça

		Dipòsits glaciàls	lacustres	fluvials	periglaciàls
H O L O C È	P L E I S T O C È	- Morrenes subactuals Salenques i Besiberri	- Formació dels Bassots	T ₀	dejecció
		- Morrenes de glaceres rocoses	- Cubetes de Bono i de Barruera	T ₁	de
		- Arc del Bc. de Besiberri - Till de Caldes - Morrenes de fons de circ	- Formacions de Llestui i de Mulleres	T ₂	Cons
T A R D I - G L A C I A L	G L A C I A L	- Arc del seminari Vilaller - Morrena de Sant Quirc	Formació de Llauset	T ₃	- Glacijs Bordes d'Erill
		- Morrenes de Llestui		T ₄	- Acumulacions dels vessants de Llesp i de Vilaller
P L E I S T O C È	I N T E R - G L A C I A L	Estabilització	Expansió	T ₅ ?	- Dipòsits de vessant de l'Artiga
		- Tills de Grilló i St. Antoni - Taulll Erill			
P L E I S T O C È		G L A C I A L			
I N F E R I O R - M I C		I N T E R - G L A C I A L			

7. CONCLUSIONS

" ¿ Què importa a la ciència que els seus servidors
apassionats siguin rics o pobres, feliços
o desgraciats, sobrats de salut o malats ?
La ciència sap que fóren creats per a cercar
i per a descobrir, que fins que llurs forces
s'esgotin, investigaran i trobaran".

Eve Curie, 1973

A les altes valls de la Ribagorça, s'ha estudiat l'evolució geomorfològica esdevinguda durant el període Quaternari.

S'ha comprovat el protagonisme morfogenètic del Glaciarisme durant aquest període, el qual va ésser condicionat en part per una sèrie d'esdeveniments anteriors. Tots aquests fets i les seves característiques essencials, són exposats, a tall de conclusions, a continuació.

I - Referent al període Pre-glacial

- a) Durant el final de l'Oligocè i els inicis del Miocè, es produïren uns processos d'erosió generalitzada en condicions de tranquil·litat tectònica, que generàren un relleu peneplanitzat.
- b) Posteriorment tingué lloc una important incisió de la xarxa fluvial, dirigida per condicionants estructurals, que s'encaixà en les superfícies d'erosió i configurà la xarxa de drenatge actual.

II - Referent al període Glacial Pleistocè

En funció dels dipòsits glacials i d'altres sediments relacionats, s'han diferenciat diversos episodis glacials amb unes característiques concretes.

- a) Una glaciació antiga, és a dir, anterior a la darre-ra gran glaciació, (no s'exclouen possibles glaciacions anteriors). Res no es pot dir de les seves característiques ni de la seva extensió.
- b) Una important glaciació atribuïble al Pleistocè Superior (segons les correlacions proposades, cap. 6).

En ella es caracteritzen tres grans fases o pulsacions (vegeu Fig. 51).

b₁) Durant la primera d'elles, es produí la màxima expansió de les glaceres de vall, seguida d'una prolongada estabilització.

Les característiques morfogènètiques d'aquest màxim glacial són les següents:

- Màxima excavació de les glaceres tant en els circs com a les valls. Es generaren importants cubetes de sobre-excavació en els sectors de Bono i de Barruera. Aquestes grans sobre-excavacions estan condicionades per llindars rocosos importants, i es produeixen en zones de sobre-acumulació glaç (confluència de llengües glacials).
- La sedimentació en els fons dels circs i de les valls fou molt poc important. La principal deposició tingué lloc a les àrees del marge glacial (sobretot juxta-glacial).
- Com a conseqüència d'aquesta important sedimentació juxta-glacial, es produïren obturacions de les petites valls tributàries de la glacera principal (tant si eren conques glacials com si no). Aquestes obturacions condicionaren l'existència d'ambients lacustres on s'enregistrà una important sedimentació.
- En aquestes grans acumulacions de dipòsits glacials s'han definit les característiques dels principals tipus de tills depositats per aquestes glaceres de vall.

-Es troben dues grans famílies genètiques de tills: una de sub-glacials ("lodgement tills" i "melt-out tills"), i una altra de supra-glacials ("flow-tills" i "melt-out tills").

-En funció dels criteris de camp i de laboratori, hom dedueix una estreta relació genètica entre els tills sub-glacials argilosos i els ambients lacustres associats.

-És de remarcar la no existència d'arcs morrènics terminals associats a la fase de màxima extensió Opino que, malgrat que les condicions morfològiques no eren favorables a la seva construcció, han estat destruïts per l'erosió fluvial.

b₂) La segona fase de la darrera glaciació, també es caracteritza per glaceres de vall, encara que aquestes ocupaven una extensió menor a la del màxim.

Les característiques erosives penso que han d'ésser similars a les de la fase anterior. En canvi, el paper deposicional és molt menys important, i ve principalment marcat per la construcció d'un arc morrènic terminal a la vall de la Ribagorçana.

b₃) La tercera fase és d'àmbit molt més reduït. A les valls principals hi ha petites llengües de 6 a 10 kms, però en les petites conques es veuen reduïdes a glaceres de circ. Durant aquesta fase, de poca força erosiva, hi ha acumulació de morrenes en algun fons de circ. També cal destacar-hi els importants ambients lacustres que omplenen les cubs de Bono i de Barruera, els quals comencen a fun-

cionar com a tals, durant el retrocés de la fase anterior.

- c) Una pulsació freda deslligada de la glaciació anterior té lloc en condicions de sequetat. És la fase Tardi-glacial, caracteritzada per la gènesi de glaceres rocoses

III - Referent al període Post-glacial o Holocè

Durant l'Holocé, els condicionants morfogenètics a les valls estudiades són els següents:

a) àrees de circs:

- dinàmica periglacial fonamentalment.
- dinàmica lacustre en les cubetes.
- dinàmica glacial durant un curt episodi històric (Segles XVII-XIX ?).

b) vessants de les valls:

- regularització periglacial.
- moviments de massa puntuals però importants (desprendiments gravitacionals, colades de fang, rep-tació de formacions superficials, etc.)

c) fons de les valls:

- dinàmica fluvial caracteritzada per importants avingudes (construcció de les planes al·luvials subactuals)
- dinàmica torrencial en els barrancs que construeix importants cons de dejecció en les confluències d'aquells amb les valls principals.

7.1. APÈNDIX

La justificació d'aquest apèndix es recolza en el fet que un cop redactada la present memòria, m'han estat trameses algunes de les datacions absolutes a les que he fet al·lusió repetides vegades durant el text. Crec que aquestes dades analítiques, encara que insuficients, són prou importants com per incloure-les com a dada de darrera hora.

Les datacions del sediment lacustre de Llestui, la del fang negre de Llauset, i la dels nivells orgànics dels Bassots (sector de Taüll), venen a confirmar encara més la cronologia proposada en el capítol 6. Així doncs, amb aquestes dades he elaborat una taula cronològica (Fig. 52) on proposo una correlació entre les fases glacials de l'Alta Ribagorça i les detectades a Biscaye (Lourdes) per MARDONES, (1982), comparant ambdós vessants del Pirineu.

FIG.52. ASSAIG DE CORRELACIÓ DE LES FASES GLACIALS ENTRE AMBDÓS VESSANTS DEL PIRINEU.

Biscaye(Mardones,1982)

Alta Ribagorça(Vilaplana,1983)

Fases glacials		Edat absoluta	Fases glacials	Form.lac.datades	Edat absoluta	
	Post-glacial	10.860-9.560 B.P.	Post-glacial	Bassots-Ginebrell	- 5.420 B.P.	
	Tardi-glacial		Tardi-glacial			
Glac.de muntanya	Fase II	11.200 B.P.	Fase final	Fang negre de Llauset	- 12.000 B.P.	
	Interestadi.	13.150 B.P.				
	Fase I	14.820 B.P.	Fase post-màxim	Fang groc Llauset	- 21.000 B.P.	
	Retrocès	24.000 B.P.				
	Glac.de peu de mont	Estabilització	29.500 B.P.	Estabilització	Ritmites de Llestui	- 33.000 B.P.
		Retrocès	31.900 B.P.			
			38.400 B.P.	Màxim	Llestui	303
			46.000 B.P.			
	50.000-70.000 B.P.	Max.expansió				

7.1. APÈNDIX

La justificació d'aquest apèndix es recolza en el fet que un cop redactada la present memòria, m'han estat trameses algunes de les datacions absolutes a les que he fet al·lusió repetides vegades durant el text. Crec que aquestes dades analítiques, encara que insuficients, són prou importants com per incloure-les com a dada de darrera hora.

Les datacions del sediment lacustre de Llestui, la del fang negre de Llauset, i la dels nivells orgànics dels Bassots (sector de Taüll), venen a confirmar encara més la cronologia proposada en el capítol 6. Així doncs, amb aquestes dades he elaborat una taula cronològica (Fig. 52) on proposo una correlació entre les fases glacials de l'Alta Ribagorça i les detectades a Biscaye (Lourdes) (1982) comparant ambdós vessants del Pirineu.

8. BIBLIOGRAFIA

He cregut convenient d'agrupar els treballs recollits en aquesta bibliografia, en dos grans apartats. Per una banda he ajuntat totes aquelles obres que tracten el glaciariisme o termes afins des d'una òptica regional. Per altre cantó, i sota el títol de bibliografia temàtica, he agrupat tots els treballs, articles i tractats relacionats amb el tema del present estudi, ja sigui d'una forma general o bé més concreta.

8.1. BIBLIOGRAFIA REGIONAL

En el recull de treballs que segueix a continuació, s'ha donat una especial importància als articles referits al Pirineu ja sigui globalment o sectorialment, respecte a aquells treballs que estudien d'altres regions.

- ALIMEN, H. 1953.- "Grandes lignes de l'histoire glaciaire des Pyrénées de la Bigorre". Actes IVème Congrès INQUA - Roma - Pise, t. II, pp. 1032-1042, 2 fig. Roma.
- ALIMEN, H. 1964.- "Le quaternaire des Pyrénées de la Bigorre". Mem. Carte. Géol. de la France, 394 pp. 117 fig. 24 tab. 12 plan. phot. Paris.
- ALIMEN, M.; SOLÉ SABARÍS, L.; VIRGILI, C. 1957.- "Comparaison des formations glaciaires des versants N et S des Pyrénées". Rés. Com. Vème Congrès INQUA. Madrid-Barcelona.
- ANDRÉ, G. et G. SOLANGE 1982.- "L'érosion dans les Alpes au Plio-quaternaire et au Miocène". Eclogae Geol. Helv. vol 75/2 p. 247-268.
- BARRÈRE, P. 1957.- "Corrélations des fronts glaciaires et des terrasses fluviatiles a N et S des Pyrénées Centrales". Rés. Com. INQUA p. 17. Madrid-Barcelona.
- BARRÈRE, P. 1963.- "La période glaciaire dans l'Ouest des Pyrénées centrales franco-espagnoles" Bull.Soc. géol. de France, 7, (5) 516-526, Paris.
- BIROT, P. 1937.- "Recherches sur la morphologie des Pyrénées Orientales franco-espagnoles". Edit. J.B. Baillière. 318 pp. 65 f. Paris.

- BIROT, P.; GUITARD, G. 1971.- "Observations sur le relief de socle hercynien des Pyrénées Orientales". R.G.P. et S.O., 42-1, pp. 5-30, Toulouse.
- BOISSEVAIN, H. 1934.- "Etude géologique et géomorphologique d'une partie de la haute vallée du Segre". Bull.Soc. Hist. Nat. Toulouse. T. LXVI, pp. 32-170. 27 fig. 1 mapa Toulouse.
- BRUNET, R. 1956.- "Un exemple de la régression des glaciers pyrénéens". Pirineos, t. XII núm 39-42, p. 261,284, 6 fig.4 láminas f.t. Zaragoza.
- BUTZER, K.W.; FRANZLE, O. 1959.- "Observations on Pre-Würm glaciations on the Iberian Peninsular". Ztchr. f. Geomorph. N.F., Bol. 3 Berlín.
- CAMPÀS, L. 1979.- "Els llacs i els estanys". In. FOLCH, R.: "El Patrimoni Natural d'Andorra". p. 223-254, Ketres editora, Barcelona.
- CHARLET, S.M. 1979.- "Le massif granitique de la Madaleta (Pyrénées Centrales Espagnoles), Synthèse des données géologiques". Annales de la Soc. Géol. de Belgique, T. 102 p. 313-323.
- CHEVALIER, M. 1906.- "Sur les glaciers pléistocènes dans les vallées d'Andorre et dans les hautes vallées espagnoles environnantes". C.R.Acad. Sciences, t. 142, pp. 662-910. Paris.
- CHEVALIER, M. 1924.- "Contribution à l'étude des Pyrénées. Note sur les terrains. Neogènes des Vallées du Valire". Bull.Inst. Cat. Hist. Nat. t. XXIV, pp. 177-190, 3 fig. Barcelone.
- CHEVALIER, M. 1925.- "Andorra". Libr. Dardel. 106 pp. 24 lám. 5 gráf. Chambéry.
- CHEVALIER, M. 1926.- "Essai sur la physiographie de la Catalogne. Les formes topographiques et leurs relations avec la structure géologique. Leur évolution pendant les temps quaternaires". Bull. Inst. Cat. Hist. Nat. t. XXVI, pp. 25-41, 14 fig., 1 lám. Barcelona.
- CIELEN, Patrice, 1982.- "Etude de la délimitation du domaine englacé sur socle cristallin dans le massif du Carlit et dans les bassins du Capcir et de la Cerdagne (Pyrénées Orientales)". Colloque montagnes - piémonts en hommage à François Taillefer; Mai 1982, Université Toulouse - Le Mirail.
- COUDÉ, 1977.- "Formations superficielles et dernière grande glaciation en Irlande Occidentale". Bull. n° 22

du Centre de Géomorphologie de Caen, C.N.R.S. Novembre 1977.

- DALLONI, M. 1930.- "Etude géologique des Pyrénées Catalanes" Ann. Fas. Soc. Marseille, T. XXVI, Fasc. III, 1 vol. 373 pp., 12 lám., 1 mapa. Argel.
- EQUIPOS de Geomorfologia (Fac. Geografia e Historia) i de Geomorfologia Alpina (Fac. de Geologia) 1980.- "Catálogo de los glaciares de la península Ibérica (1979)". Coordinador: D. Serrat., Notes de Geografia Física, 3 p. 35-55, Dpt. de Geografia, Univ. Barcelona.
- EVIN, Michèle et A. ASSIER 1982.- "Mise en évidence de mouvements sur le glacier rocheux du pic d'Asti (Queiras-Alpes du Sud-France)". Revue de Géom. Dynamique, XXXI, nº 4 p. 127-136.
- FONTBOTÉ, J.M., SOLÉ SABARÍS, L., ALIMEN, H. 1957.- "Livret guide de l'excursion N. PYRENEES". INQUA, Vème Com. Inter. 107 pp. Madrid-Barcelona.
- FRODIN, John. 1927.- "Glaciala Forner i Pyrenéenna". Meddelanden Fran Lunds Universitets Geografiska Institution. Ser. C., nº 26, 156 pp. Lund.
- GARCÍA SAINZ, L. 1931.- "Glaciarismo cuaternario en el Pirineo Español". Bol. Soc. Geogr. T LXXI p-137-148 y 220-241, Madrid.
- GARCÍA SAINZ, 1935.- "Morfología glacial y preglacial de la región de la Noguera" (C. Cinca - Segre). Bull. Soc. Geogr. Nacional, nº 54 TLXXV, p 64-110. Madrid.
- GARCÍA SAINZ, L. 1936.- "Sobre morfología de la Cuenca Cinca-Segre (Pirineo Central)". Publ. de la Soc. Geol. Nacional. Serie B nº 66 24 pp. Madrid.
- GARCÍA SAINZ, L. 1940.- "Las superficies de erosión que preceden a los glaciares cuaternarios del Pirineo Central y sus recíprocas influencias". Est. Geogr. 1, p. 45-73 Madrid.
- GARCÍA SAINZ, L. 1940.- "Morphologische Skizze des Zentrallabschnittes der spanischen Pyrenäen in der Tertiär- und Quatärzeit". Peterm. Geogr. Mitt. Gottha, 86, pp 366-371.
- GÓMEZ ORTIZ, A. 1979.- "Contribució a l'estudi del glaciarisme en el Pirineu mediterrani: Les glaceres de la Tossa Plana de Llès (Cerdanya)". Notes de Geografia Física nº 1, pp 35-40 Dept. Geografia Universitat de Barcelona.

- GÓMEZ ORTIZ, A. 1980.- "Morfogénesis glacial y periglacial de los macizos de Calmquerdós, Tossa Plana de Llès y Port Negre (Cerdanya - Alt Urgell). Tesi doctoral. Departament de Geografia. Universitat de Barcelona.
- GORON, L. 1941.- "Le rôle des glaciations quaternaires dans le modelé des vallées maîtresses des Pré-Pyrénées ariégeoises et garonnaises et de leur avant-pays". Edit. Privat, 400 pp., 56 fig. 15 lam. phot. 6 lam. Toulouse.
- GOURINARD, Y. 1971.- "Les moraines de la basse vallée de Carol entre Latour et Puigcerdà (Pyrenées orientales franco-espagnoles)". C.R. Acad. Sc. Paris, T. 272, 1971, p. 3112-3115, 2 fig. Paris.
- GOURINARD, Y et BANDET, Y 1980.- "La morphogénèse des Pyrénées Orientales". In SOLE, L. et SOUQUET, P. "La chaîne alpine des Pyrénées", 26 Congr. Int. Géol., Bull. Cent. Rech. Expl. Elf-Aquitaine. Mém. 3, 172-173, Pau.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. y PEÑAMONNE, J.L. 1981.- "Los glaciares rocosos y el modelado acompañante en el área de la Bonaigua (Pirineo de Lérida)". Bol. Geol. y Min. T. XCII-II, pag. 101-110. Madrid.
- HAZERA, Jean. 1980.- "Les moraines frontales quaternaires. Divers aspects et signification quant à l'extension glaciaire. Exemples pris dans les Pyrénées françaises et espagnoles". NUNIBE- Revista de la Soc. Ciencias Nat. ARANZADI, San Sebastián.
- JALUT, G. 1974.- "Evolution de la végétation et variations climatiques durant les quinze derniers millénaires dans l'extrémité orientale des Pyrénées". Thèse, Univ. Paul Sabatier, 181 p, 16 fig. Toulouse.
- JALUT, G; DELIBRIAS, G; DAGNAC, S; MARDONES, M & BOUHOURS, M. 1982.- "A palaeoecological approach to the last 21.000 years in the Pyrenees: the peat bog of Freychimède (alt. 1350 m, Ariège, South of France)". Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology n°4, vol. 40.
- KLEINSMIEDE; W.F.J. 1960. "The geology of the Valle de Arán (Central Pyrenees)". Leidse Geol. Med., 25, p. 131-241. Leiden.
- MARDONES, M. 1982.- "Le pleistocène supérieur et l'Holocène du piémont de Lourdes: Le gisement de Bissaye. (Hautes Pyrénées, France)". Étude palynologique, Thèse de 3ème Cycle, 96 p., Université de Toulouse.

- MARTÍ BONO, C.E., C.PUIGDEFÁBREGAS. 1968.- "Estudio del Parque Nacional de Aigües Tortes y lago de St. Maurici (Pirineos Centrales) : geología y morfología". Publ. Centro. Pir. de Biol. Exp., v. 2, p 7-37.
- MARTÍ BONO, C.E., D. SERRAT CONGOST, M. C. GONZALEZ. 1978.- "Los fenómenos glaciares de la vertiente meridional de los Pirineos". "Medio físico, desarrollo regional y geográfico, V. Col. Geogr., Granada 1877 p. 67, 73. Univer. Granada.
- MARTÍ, C.; VIDAL ROMANÍ, J.R. 1981.- "Datos para la comparación del micromodelado en dos macizos de granitoides peninsulares". Cuad. Lab. Xeol. Laxe nº 2, vol I, p. 265-273. O Castro.
- MARTÍ I RIBA, Joan. 1980.- "Morfologia glacial i periglacial de la Ribera de Sant Nicolau. (Alta Ribagorça). Iniciació a l'estudi de la dinàmica actual". Tesi de Llicenciatura. Departament de Geografia. Universitat de Barcelona. (inèdita).
- MARTÍ I RIBA, Joan. 1981.- "Estudio del glaciario cuaternario de un sector del Alt Ribagorça". Notes de Geografia Física, 5, p 33-47, Dpt. de Geografia. Barcelona, Juny 1981.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E y ANTÓN BURGOS, J. 1981.- "Repertorio bibliográfico sobre morfología glacial de la Península Ibérica". Cuadernos de Invest. Geogr., Fasc. 1-2, T VII, p. 3-49, Mayo-Diciembre 1981, Logroño.
- MASACHS, V., MONTURIOL, J. 1961.- "Las formas periglaciares del Port de la Bonaigua y del Circo de Els Erculls". Speleon, t. XII, pp 23-38. Oviedo.
- MEY, P.H.W. 1968.- "The geology of the Upper Ribagorzana and Baliera Valleys, Central Pyrenees, Spain". Leide Geol. Mededel., 41, pp. 153-220.
- MEY, P.H.W. 1968.- "Geology of the Upper Ribagorzana and Tor Valleys, Central Pyrenees, Spain". Leidse Geol. Mededel., 41 pp. 229-292. Leiden.
- MONJUVENT, G. WINISTORFER, J. 1980.- "Exc. 99: Glaciations quaternaires des Alpes franco Suisses et leur piedmont". Geologie Alpine, tome 56, 1980, II excursions labr. Geol. Université I de Grenoble. pp. 251-282.
- NUSSBAUM, F. 1921.- "Sur les surfaces d'aplanissement d'âge tertiaire dans les Pyrénées Orientales et leurs transformations pendant l'époque quaternaire". C.R. Cong. Inter. Geogr. t. III sec II. Paris.

- NUSSBAUM, F. 1934.- "Die Seen der Pyrenäen" Mitt. der Naturforsch. Gesellsch. 180 pp., tables 7, fig. 20, Berna
- NUSSBAUM, F. 1938.- "Die eiszeitliche schneegrenze in der Pyrenäen". Ve III Quart-Konfer., p. 198-200, Viena.
- NUSSBAUM, F. 1946.- "Orographische und morphologische Untersuchungen in der östlichen Pyrenäen". Jahresb. Geogr. Gess. Ben., Bd. XXXV-XXXVI, 345 pp., 94 fig., 4 lam., fot. Berna.
- OBERMAIER, H., 1921.- "Die eiszeitliche Verglerscherung Spaniens". Paternanss Geogr. Mitt. (Resumido en "El hombre fósil" del propio autor). Leipzig.
- PANZER, W. 1932.- "Die eiszeitlichen Endmoränen von Puigcerdà (Ostpyrenäen)". Zeitschr. f. Gletscheik. Berlin. Traducció de Ll. Solé "Geleres quaternàries dels Pirineus". Butll. C.E.C., t. XLIV, pp. 153-162, 1 fig. Barcelona (1934).
- PENCK, A. 1883.- "Die Eiszeit in der Pyrenäen". Erdk. Leipzig. Trad. Francesa per L.B. "La période glaciaire dans les Pyrénées". B.S.M.N. t. XIX, pp. 105-200. Toulouse (1885).
- PIERCE, K.L. 1979.- "History and dynamics of Glaciations in the northern Yellowstone National Park area". Geological Survey Professional Paper 729 - F, Washington. 90 p.
- PLANA-CASTELVI, J.A. 1981.- "Alto Noguera Ribagorzana i su valoración hidrológica". Pirineos, 112, p. 5-40, Jaca.
- SCHLUCHTER, Ch. 1979.- "Ubetiefte Talabschnitte in Berner Mittelland Zwischen Alpen und Jura (Schweiz)". Eiszeitalter u. Gegenwart, 29, p. 101-113, Hannover.
- SERRAT, David 1973.- "Morfología glacial y periglacial del Pirineo Oriental". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona. (inèdita).
- SERRAT, David 1977.- "Estudio Geomorfológico del Pirineo Oriental " (Puigmal-Costabona). Tesis Doctoral. Dpto. Geomorfología. Universidad de Barcelona. (inèdita).
- SERRAT, D. 1979.- "Rock glacier morainic deposits in the eastern Pyrenees". In. SCHLUCHTER, Ch. ed.: "Moraines and varves. Origin, genesis, classification". p. 93-100, A.A.Balkema, Rotterdam.

- SERRAT I CONGOST, David. 1980.- "Estudio geomorfológico del Pirineo Oriental (Puigmal - Costabona)". Notes de Geografia Física, nº 2, p 39-55. Dept. de Geografia, Universitat de Barcelona.
- SERRAT, D. 1982.- "Modelado glaciar de la vertiente sur del Pirineo Oriental". Pirineos, nº 116, p. 13-19, Jaca.
- SERRAT, D.; J.M. VILAPLANA, & C. MARTI 1983.- "Some depositional models of glaciolacustrine environment in the South Pyrenees", Ed. Balkema, Rotterdam.
- SOLÉ SABARÍS, L. 1936.- "Els llacs dels Pirineus segons Nussbaum". Bull. Inst. Cat. Hist. Nat. Vol. XXXVI, 2º trim., pp. 107-115 Barcelona.
- SOLÉ SABARÍS, L. 1951.- "Los Pirineos. El medio y el hombre" Biblioteca española de Cult.General. t. 8, 627 pp. Barcelona.
- SOLÉ SABARÍS, L. 1968.- "Geografia de Catalunya". Ed. Aedos. t. I. 666 pp. Barcelona.
- TAILLEFER, F. 1957.- "Glaciaire Pyrénéen. Versant Nord et versant Sud". Rev. Géog. Pyr. et Sud-Ouest. t. XXVIII, pp. 221-224, 8 fig. Toulouse.
- TAILLEFER, F. 1967.- "Extent of pleistocene glaciation in the Pyrenees". Artic and Alpine Environments. H.E. Wright W.H, Osbum, Ed. pp. 255-266, 2 fig. , 2 tabl. Indiana University Press.
- TAILLEFER, F. 1969.- "Les glaciations des Pyrénées". Études françaises du Quaternaire. Présentées: VIII Cong. Inter. de l'INQUA, Paris. Supp. au Bull. - Assoc. Fr. Étude Quatern. pp. 19-32, 1 tabla. Paris.
- TAILLEFER, F. 1971.- "Notes bibliographiques. Le relief des Pyrénées Centrales Franco-Espagnoles d'après les travaux de M. Pierre Barrère". Revue Géographique des Pyrénées et Sud-Ouest, t. 42 pp. 133-137. Toulouse.
- TAILLEFER, F. 1977.- "Le glacier de l'Ariège dans le bassin de Tarascon". Revue Géographique des Pyrénées et Sud-Ouest, T. 48 fas. 3, pp. 269-286. Toulouse.
- VEDRUNA, J. M. de 1956.- "Características de los glaciares del Macizo de la Maladeta". Ibérica 2ª época. t-24. nº 334, pp. 109-113 y 117, 3 fig. Barcelona.
- VEYRET, Y. 1975.- "Contribution à l'étude des socles cristallins englacés: les exemples de l'Antense et du soubassement de l'aubrac (Massif Central Français)" Bull.Assoc. Géog. Franç. janvier-février 1975 nº 422-423, p. 57.

- VIDAL ROMANÍ, J. R., VILAPLANA, J.M., SERRAT, D.; MARTÍ BONO, C. (en premsa). "El micromodelado periglacial sobre substrato granítico en el Pirineo: Panticosa y Cavallers". Acta Geol. Hisp., nº 1 (1983), Barcelona.
- VIERS, G. 1963.- "Les morraines externes de la Cerdagne et du Capcir et leur relation avec les terrasses du Segre". Report of the VI Intern. Congress on Quaternary., Warsaw, 1961, v. III Geomorphological section p. 385-393. Lodz.
- VILAPLANA, J. M. 1981.- "El Método de trabajo utilizado en el estudio del Glaciarismo Cuaternario del Pirineo y su posible aplicación en las sierras Galaico-Portuguesas". Cuad. Lab. Xeol. de Laxe, nº 2, Vol. I, p. 275-288 O Castro.
- VILAPLANA, J. M. 1983.- "Estudi del Glaciarisme Quaternari a les valls de la Valira d'Ordino i d'Arinsal. Andorra. "Arxius de la Secció de Ciències de l'Institut d'Estudis Catalans (en premsa).
- VILAPLANA; J.M. & SERRAT, D. (1979).- "Els dipòsits d'origen glacial de la cubeta de La Massana-Ordino/Andorra: llur significació paleo-geogràfica". Acta Geol. Hisp. Vol. XIV homenatge al Dr. L. Solé Sabarís, p. 433-440, Barcelona 1982.
- WOILLARD, Geneviève 1978.- "The last interglacial - Glacial cycle at Grande Pile in Northeastern France". Travaux du Laboratoire de Palynologie et Phytosociologie, Université de Louvain.

8.2. BIBLIOGRAFIA TEMÀTICA

8.2.1. Bibliografia temàtica general

- BENEDICT, J.B. 1973.- "Origin of rock glaciers". Journal of Glaciology, t. 12 (66), pp. 520-522, 6, refs. Cambridge.
- BOULTON G.S. 1975 .- "Processes and patterns of glacial erosion". In: Glacial Geomorphology, Ed. by D.R. Coates. pp. 41-88. State University of New York Press.
- DYLIKOWA, A. 1957.- "Structural criteria in glacial morphology". INQUA, Vº Com. Inst. Madrid- Barcelona.
- EMBLETON, C. & KING, C. 1975.- "Glacial Geomorphology" Pbl. Anuald, London T. 1.
- EMBLETON, C. & KING, C. 1975.- "Periglacial Geomorphology". Pbl. Anuald, London T. 2 .
- FAHNESTOCK, R.K. 1963.- "Morphology and Hydrology of a Glacial Stream - White River, Mont Rainier, Washington". Proff.Paper 422A U.S. Geol. Survey, 67 pp. figs. 52, 8 Tabl. Washington.
- FLINT, R.F., 1971.- "Glacial and Quaternary Geology"; New York, John Wiley and Sons, 892 p.
- JAYET, A. 1945.- "À propos de l'âge du maximum glaciaire quaternaire". Ed. Geol. Helv. vol. 38, nº 2, pp. 458-469, 4 fig., Berna.
- LLIBOUTRY, L. 1964.- "Traité de Glaciologie". 2 T. 1040 pp. Paris.
- REINECK. SINGH. 1973.- "Depositional Sedimentary Environments". Springer-Verlag. New York.
- TANNER, W.F. 1965.- "Cause and development of an ice age". The journal of Geology, vol. 73, nº 3.
- TRICART, J. 1965.- "Principes et Méthodes de la Géomorphologie". Masson et Cie. pp. 496, 35 fig. 8 plan. 1 mapa. Paris.
- TRICART, J. 1969.- "Le modelé glaciaire et nival". Traité de géomorphologie. T. III. SEDES. Paris.
- TRICART, J. 1969.- "Le modelé périglaciaire". Traité de Géomorphologie. T. II. SEDES. Paris.

8.2.2. Bibliografia temàtica específica

Recull fonamentalment els articles i treballs sobre dipòsits i ambients glacials, així com tots aquells altres ambient i sediments relacionats (glacio-lacustre, glacio-fluvial, etc.)

- ANTEVS, E. 1951.- "Glacial clays in Steep Rock Lake, Ontario, Canada". Bull.geol. Soc. Am., 62, p. 1223-1262.
- ASHLEY, G.M. and MORITZ, L.E. 1979.- "Determination of Lacustrine sedimentation rates by radioactive fallout (¹³⁷ Cs), Pitt Lake, British Columbia". Com. J. Earth Science, 16, p. 695-970.
- BANERJEE, I. 1968.- "A study of glacial varves as a turbidites". Abstr. Meet. Am. Geol. Soc. Washington. D.C. Feb. 1968, p. 335-336.
- BARNES, Peter W.; REIMNITZ, Erk and FOX, Dennis 1982.- "Ice rafting of fine-grained sediment, a sorting and transport mechanism, Beaufort Sea, Alaska" Journal of Sedimentary Petrology, vol. 52, nº 2, p. 493-502, June 1982.
- BJORNBOM, Sven 1979.- "Clayey basal till in Central and Northern Sweden". A deposit from an old phase of the Würm glatiation. Sveriges Geologiska Undersökning, Serie C nº 753, vol. 72, nº 15. Uppsala.
- BOULTON, G.S. 1970.- "On the deposition of subglacial and melt-out tills at the margins of certain Svalbard glaciers": Journal of Glaciology, v. 9, p. 231-245.
- BOULTON, G.S., 1971.- "Till genesis and fabric in Svalbard, Spitsbergen", in Goldthwait, R.P., ed., Till/a symposium: Columbus, Ohio State University Press, p. 41-72.
- BOULTON, G.S. 1972.- "Modern Arctic Glaciers as depositional models for formes ice Sheets". Journal geol. Soc. Lond. vol 28, 1972 p. 361-393. Ireland.
- BOULTON. G.S. (1976).- "A genetic classification of tills and criteria for distinguishing tills of different origin". Geografia, 12, 66-80.
- BOULTON G. S. 1978.- "Boulder Shapes and grain - size distributions of debris as indicators of transport Paths trough a glacier and till genesis". Sedimentology v. 25, nº 6.

- BOULTON and EYLES, N., 1979.- "Sedimentation by valley glaciers; a model and genetic classification". In: Schlüchter, Ch., ed., "Moraines and varves", A.A. Balkema, Rotterdam, p. 11-23.
- BOULTON and DEYNOUX, M., 1981.- "Sedimentation in glacial environments and the identification of tills and tillites in ancient sedimentary sequences", Precambrian Research, v. 15, p. 397-420.
- BRUNNACKER, K; M. LOSCHER, W. TILLMANS and B. URBAN, 1982.- "Correlation of the Quaternary Terrace Sequence in the Lower Rhine Valley and Northern Alpine Foot-hills of Central Europe". Quaternary Research, Vol. 18, nº 2, p. 152-173.
- CAMPAS, Lluís. 1979.- "Els llacs i els estanys". En: Ramon Folch, "El Patrimoni natural d'Andorra" p. 223-254, Ketres Editora, Barcelona.
- CHURCH, M. and R. GILBERT. 1975.- "Proglacial and lacustrine environments. In. Jopling A.V. and Mc. Donald, B.C. (ed.) "Glaciofluvial and glaciolacustrine sedimentation". Society of Econ. Paleont. and Miner., nº 23, p. 22-100 Tulsa, Oklahoma.
- COHEN, J.M. 1979.- "Deltaic sedimentation in glacial Lake Blessington, County Wicklow, Ireland". Inc. in "Moraines and varves", Ed. by Ch. Schlüchter, Symposium Commission INQUA 10-20 sept. 1978., p. 357-367 A. A. Balkema, Rotterdam.
- DICKMAN, M.D. 1979.- "A possible varving mechanism for meromictic lakes". Quaternary Res., 11 p. 113-124.
- DIONNE, Jean Claude 1979.- "Ice action in the lacustrine Environment. A Review with particular reference to Subarctic Quebec, Canada". Earth-Science Reviews, Vol. 15, nº 3 p. 185-212 Amsterdam.
- DRAKE, L.a. 1974.- "Till fabric control by clast shape". Bull. Geol. Soc. America, v. 85, nº 2.
- DREIMANIS, Aleksis 1976.- "Tills: Their origin and properties". In R. Legget, editor: "Glacial till". Special publication nº 12 of the Royal Soc. of Canada, p. 11-49.
- DREIMANIS, A. 1978.- "Till and Tillite". In: "The Encyclopedia of Sedimentology", Ed. by Rhoder W. Fairbridge and Joane Bourgeois p. 805-810, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc.
- DREIMANIS, A. 1982.- "The influence of Researches Upon Glacial Stratigraphy". Geoscience Canada, vol. 9, N.1.

- DREIMANIS, 1982.- "Terminology and development of genetic classifications of materials transported and deposited by glaciers"; In: Stankowski, W., ed., Tills and glacial deposits: Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Seria Geografia, Nr. 20, p. 5-10.
- DREIMANIS, A. 1982.- "Genetic classification of Tills and Criteria for their Differentiation: Progress Report on Activities 1977-1982 and definitions of glacial terms". In. SCHLUCHTER, Ch. editor: "Report on activities of INQUA Commission on Genesis and Lithology of Quaternary Deposits". p. 12-31, ETH-ZURICH.
- DUFF, P. McL.; HALLAM, A and WALTON, EK. 1967.- "Cyclic Sedimentation". In: "Developments in sedimentology" n° 10 Elsevier.
- EHLERS, J. 1979.- "Forma at the base of till strata as indicators of ice movement." Journal Glaciology v. 22, n° 87.
- EYLES, N., ROGERSON, R.S. 1978.- "Sedimentology of medial moraines on Berendon Glacier, British Columbia, Canada: implications for debris transport in a glacierized basin". Bull. Geol. Soc. America, v. 89, n° 11.
- EYLES, N.; JAMES A. SLADEN & STEPHEN GILRDY 1982.- "A depositional model for Stratigraphic complexes and facies superimposition in lodgement tills". Boreas, vol. 11, pp. 317-333, Oslo.
- EYLES, N., EYLES, C.H. and MIALI, A.D. 1983.- "Lithofacies types and vertical profile models; an alternative approach to the description and environmental interpretation of glacial diamict and diamictile sequences". Sedimentology, 30, p. 393-410.
- FAHNESTOCK, R.K. 1963.- "Morphology and Hydrology of a Glacial Stream - White River, Mount Rainer, Washington". Prof. Paper 422-A U.S. Geol. Survey, 67 pag. Washington.
- FRANKS. L.A. (1978).- "Diamictite". The Encyclopedia of Sedimentology; Ed. by R.W. Fairbridge and J. Bourgeois, pp. 262-263. Dowden, Hutchinson & Ross, Strouds
- FRASER, Gordon S.; COBB, James C. 1982.- "Late Wisconsinan proglacial sedimentation along the West Chicago moraine in northeastern Illinois". Journal of Sedimentary Petrology, vol. 52, n° 2, p. 473-491. June 1982.

- GERMAIN, H. 1981.- "Flore des diatomées: eaux douces et saumâtres". Soc. Nouvelle Ed. Barbée. Paris. 444 p.
- GOLDTHWAIT, R.P. 1975.- "Glacial deposits".- Edited by Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Pennsylvania.
- GUSTAVSON, T.C., G.M. ASCHLEY, & J.C. Boothroyd 1975.- "Depositional sequences in glaciolacustrine deltas". In A.V. Jopling, and B.C. Mc. Donald (eds). "Glaciofluvial and glaciolacustrine sedimentation", p. 264-280. S.E.P.M., Spec. Publ., n° 23.
- HALDORSEN, S. 1982.- "The genesis of tills from Åstadalen, southeastern Norway". Norsk Geologisk Tidsskrift, vol 62 p. 17-38. Oslo.
- HALDORSEN, S. and J. SHAW 1982.- "The problem of recognizing melt-out till". Boreas, vol. 11, p. 261-277, Oslo.
- HANSEN, Ed. PORTER, S.C., HALL, B.A.; HILLS, A. 1961.- "Décollement structures in glacial-lake sediments". Geological Society of America Bulletin, V. 72, p. 1415-1418, September 1961.
- HARLAND, W.B., HEROD, K.N. & KRINSLEY, D.H. 1966.- The definition and identification of tills and tillites". Earth Sci. Rev., 2. p. 225-256.
- HARRIS, S.A. 1972.- "The nature and use of till fabrics". In: Research methods in Pleistocene geomorphology. Guelph-Norwich.
- HUSTEDT, F. 1930.- "Bacillariophyta (Diatomeae), In: A. Pasha: Die Süßwasser Flora Mitteleuropas 10. 466 p. G. Fischer, Jena.
- HUTCHINSON, G.E. 1975.- "A treatise on Limnology" Vol. 1, part 1.- Geography and Physics of Lakes., John Wiley and Sons ed. New York.
- JAYET 1952.- "Quelques caractéristiques peu connues des dépôts glaciaires pleistocènes et actuels". Ecl. Géol. Helv., 45/2, pp. 287-293 Berna.
- JAYET, A. 1955.- "Le problème fluvio-glaciaire" Géographica helvetica, t. 3, p. 152, Berna.
- JAYET, A. 1957.- "Sur l'origine du caractère arrondi des galets glaciaires et fluvio-glaciaires". Ed. Géol. Helv., 50/2, p. 496-507, 5 fig., Berna.

- JAYET, A. 1958.- "Remarques sur la composition, la structure, les déformations mécaniques des moraines glaciaires pleistocènes et actuelles". Ecl. Géol. Helv. LI, pp 341-354, 10 fig. Berna.
- JOPLING, A.V. and BARRIE C. Mc. D 1975.- "Glaciofluvial and Glaciolacustrine Sedimentation". Society of Economic Paleontologists and Mineralogits. n° 23. Tulsa, Oklahoma.
- JURGAITIS, A; A.M. KALENSKAS and G. JUOZAPAVICIUS. 19.- "Bedded structures of glaciofluvial deposits of the East Baltic area".
- KUENEN, P.H. 1951.- "Mechanics of varve formation and the action of turbidite currents". Geol. Fören Förhandl. 73, p. 69-84.
- LAVRUSHIN, J. A. (1980).- "Vital problems of till sedimentogenesis"; In: Tills and Glacigene Deposits; Ed. by W. Stankowski, pp. 19-39.
- LAWSON, D.E. 1979.- "Sedimentological analysis of the western terminus region of the Matanuska Glacier, Alaska". Crrel Repor - 79-9
- LAWSON, D.E. 1979.- "A Comparaison of the Pebble orientations in ice and deposits of the Matanuska glacier: Alaska. Journal of Geology, vol. 87, p. 629-645, The Univers. Chicago Press.
- LERMAN, Ab. (editor) 1978.- "Lakes. Chemistry, Geology, Physics". Springer-Verlag - 363 p. New York (19 contributors).
- Mc DONALD, B.C. and W.W. SHILTS. 1975.- " Interpretation of faults in Glacio fluvial Sediments". In. Jopling A.V. and Mc. Donald, B.C. (ed): "Glaciofluvial and glaciolacustrine sedimentation. Soc. Econ.Paleont. and Min., n° 23, p. 123-131. Tulsa Oklahoma.
- MARTIN, J.H. (1980).- "The classification of till: a sedimentologists viewpoint". Quat. Newsl. 32, 1-10.
- MATTER, A., SÜSTRUNK, A.E, HINZ, K., and STURM, M. 1971.- "Ergebnisse reflexonsseismischer Untersuchmgen in Thunersse". Eclogae Geol. Helv: 64/3, p.505-520.
- MATTER; A.; DESSOLIN, D., STURM, M. and SUSTRUNK, A.E. 1973 "Reflexionsseismiche Untersuchung des Brienersees". Eclog. Geol. Helv. 66, p. 71-82.

- MIALL, A.D. (1978).- "Lithofacies types and vertical profile models in braided rivers: a summary; In: Fluvial Sedimentology, Ed. by A.D. Miall. Mem. Can. Soc. Petrol. Geol. 5, 597-604.
- MIALL, A.D. (1983).- "Glaciomarine sedimentation in the Gowgan da Formation (Huronian), Northern Ontario". J.sedim. Petrol.In press.
- MILLS H.H. 1977.- "Differentiation of glacier environments by sediment characteristics: Athabaska Glaciers, Alberta, Canada". Journal, Sediment. Petrol. v. 47, n° 2.
- MINELL, Hugo 1979.- "The genesis of tills in different moraine types and the deglaciation in a part of Central Lapland". Svriges geologiska undersökning, Serie C n° 754 vol. 72, n° 16.
- NIEMELÄ, J. and TYNNI, R. 1979.- "Interglacial and interstadial sediments in the Pohjammaa region, Finland". Geological Survey of Finland, Bul. 302, 48 p.
- OSTREM, G. 1975.- "Sediment Transport in Glacial Meltwater Streams" In Jopling A.V. and Mc. Donald, B.C. (ed): "Glaciofluvial and glaciolacustrine sedimentation". Soc. Econ. Paleont. and Min. n° 23, p.p. 101-122 Tulsa, Oklahoma.
- PATRICK, R. and REIMER, 1975.- "The diatoms of the United States." Vol. I-II. Mongraphs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 13.
- PORTMANN, J.P. 1956.- "Les méthodes d'étude pétrographique des dépôts glaciaires". Geol. Runds., t. 54, pp. 411-453, 2 fig.
- REEVES, C.C. Jr. 1968.- "Introduction to paleolimnology". Developments un Sedimentology:11, Elsevier 228 p. Amsterdam.
- REINSON, G.E.; ROSEN, P.S. 1982.- "Preservation of ice-formed features in a subarctic sandy beach sequence: Geologic implications" Journal of Sediments Petrology, Vol. 52, n° 2 p. 463-471, June 1982.
- ROALDST, Elen 1980.- "Overconsolidated sub-till clays in Herlandsdalen, lower Numedal, South Norway". Norsk Geologisk Tidsskrift, Vol. 60 pp 39-51 Oslo.
- SCHLUCHTER, Ch. 1977.- "Grundmoräne versus Schlammoräne - two types of lodgement till in the Alpine Foreland of Switzerland". Boreas, vol. 6, p. 181-188. Oslo.

- SCHLUCHTER, Ch 1979.- "Moraines and Varves" (Origin/Genesis/Classification) Ed by Ch. Schlüchter. Symposium Comission INQUA 10-20 Sept. 1978. A.A. Balkema, Rotterdam.
- SCHLUCHTER, Ch & KNECHT, V. 1979.- "Intrastratal contortions in a glaciolacustrine sediment sequence in the eastern Swiss Plain". In. Schlüchter, Ch. Ed. "Moraines and varves", Symposium Comission INQUA; 10-20 sept.1978, p. 433-441 A.A. Balkema, Rotterdam.
- SHAW, J., 1976.- "Tills deposited in arid polar environments"; Canadian Journal of Earth Sciences, v. 14, p. 1239-1245.
- SHAW, J., 1979.- "Genesis of the Sveg tills and Rogen moraines of central Sweden: a model of basal melt-out"; Boreas, v. 8, p. 409-426.
- SHOEMAN, F.R. 1973.- "A systematical and ecological study of the diatom flora of Lestho with special reference to the water quality". V. and R. Printers, Pretoria. 355 p.
- SMITH, Norman D.; SYVITSKI, James P.M. 1982.- "Sedimentation in a glacierfed Lake: The role of pelletization on deposition of fine-grained suspensates". Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 52, nº 2, p. 503-513, June 1982.
- STURM, Michael and Albert MATTER 1978.- "Turbidites and varves in Lake Brienz (Switzerland): deposition of clastic detritus by density currents". Spec. Publs. int. Ass. Sediment., 2, p. 147-168.
- TIPPET, R, 1964.- "An investigation into the nature of the layering of deepwater sediments in two eastern Ontario Lakes". Can. J. Bot., 42: p 1693-1709.
- TOMÁS QUEVEDO, X. 1979.- "Diatomeas de las aguas epicontinentales de España: Géneros Cymbella y Gomphonema Dpt. Ecología Univ. de Barcelona. Tesi Llicenciatura (inèdita).
- TRICART, J. 1956.- "Accumulation glaciaire, fluvioglaciaire et periglaciaire. L'exemple de la Durance". Act. IV. Congr. Int. Quaternaire t. I-II, p. 48-56 - Roma.
- VISHER, G.S. 1965 .- "Use of vertical profile in environmental reconstruction". Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. 49, 41-61.

VANDENBERGHE, J. and P. VAN DEN BROEK 1982.- "Eichselian convolution phenomena and processes in fine sediments". Boreas, Vol. 11, p. 299-815, Oslo.

VESAJOKI, Hikki. 1982.- "Deformation of soft sandy sediments during deglaciation and subsequent emergence of land areas; examples from northern Konelia, Finland". Boreas, Vol. 11 1982 p. 11-28, Oslo.

8.3. CARTOGRAFIA

Recull la cartografia bàsica, geològica i topogràfica relacionada amb l'àrea de l'estudi.

ALPINA 1970.- "Pont de Suert-Escales".- Guia cartogràfica, mapa topogràfic. 1:40.000 Editorial Alpina. Granollers.

ALPINA 1970.- "Montardo" Guia cartogràfica, mapa topogràfic 1:25.000 Editorial Alpina, Granollers.

ALPINA 1972.- "La Ribagorça".- Guia cartogràfica, mapa topogràfic. 1:25.000. Editorial Alpina. Granollers.

MAPA GEOLOGICO ESPAÑA. 1971.- Hoja nº 24. Berga, escala 1:200.000 Inst. Geol. y Minero de España. Madrid.

MAPA TOPOGRÁFICO DE ESPAÑA (serie "americana"), 1970 - Benasque; nº 180, 1:50.000, U.S. Army Topog. Com., Washington.

- Idem anterior " ", Esterri: nº 181

- Idem anterior " ", Bisauri nº 213

- Idem anterior " " Sort nº 214

MARTÍ BONO, C.E. y PUIGDEFÁBREGAS, C. 1968.- "Mapa geológico del Parque Nacional de Aigües Tortes". escala 1:50.000 Cent. Pirenaico de Biol. Exper. Jaca.

MEY, P.H.W. 1965.- "Geological map of the Ribagorzana and Baliera Valleys, Central Pyrenees". 1/25.000 Published by the Geological Inst. Leiden University.

MEY, P.H.W. 1968.- "Geological Map of Central Pyrenees" Ribagorzana-Tor, Sheet 8, 1:50.000, Geological Inst. Leiden University.

ZWART, H.J. 1972.- "Geological map of the Pyrenees" Esc. 1:200.000. Published by the Geological Inst. Leiden University.



BIBLIOTECA DE GEOLOGIA
Universitat de Barcelona-CSIC

