

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

4.2. LA VALL DE BOÍ: SECTOR DE TAÜLL, ERILL I DURRO.

El marc geogràfic

Tal com ha estat introduït en els capítols 1 i 2 del present treball, la vall de Boí o de la Noguera de Tor és el principal afluent de la Noguera Ribagorçana en aquesta comarca de l'Alta Ribagorça. La capçalera de la vall de Boí, encerclada per pics a la ratlla dels 3.000 m: Besiberri, Montardo, Creu de Colomers i Coma les Bienes és una important conca d'origen glacial que recull les aigües de la Noguera de Tor. Més avall de Cavallers aquest riu rebrà per la riba dreta les aigües dels estanys Gèmenes i del Barranc de la Muntanyeta. A l'indret de la Farga hi ha l'important aiguabarreig amb la Ribera de St. Nicolau, una altra majestuosa vall glacial. Un parell de quilòmetres més avall, a l'altura de les poblacions de Boí i d'Erill, la Noguera de Tor reb les aigües del riu de St. Martí que drena una petita conca glacial orientada a l'Oest. Quan les aigües ja han perdut velocitat en atravessar el llarg i encaixat corredor que configura la plana de Barruera, el riu reb el tribut de dos nous afluents que drenen sengles conques penjades respecte el fons de la vall. Per la dreta, el Barranc de Barruera recull les aigües d'una petita conca no glacial dominada pel Port de Gelada (2.075 m). Per l'esquerra de la Noguera de Tor, i penjada a uns 400 m, hi ha la vall de Durro que drena els circs coronats pel Corrunco (2.628 m) i pel Cerbí de Durro (2.652 m).

El marc geològic i geomorfològic

El substrat rocós en el sector de la vall de Boí que ara ens ocupa és de naturalesa diversa. La capçalera i el tram més alt de la Noguera de Tor fins a la Farga, així com gran part de la Ribera de Sant Nicolau, es troben sobre un substrat granodiorític, roca que representa un

dels principals components clàstics en els dipòsits morrènics de tota aquesta vall. A l'indret de la Farga i als relleus que cinglegen el barranc d'Erill, hi aflora una important franja de materials devonians, constituïts principalment per calcàries i calco-esquistes, calcàries "griotte", alternant amb trams de nivells més pissarrencs.

A la vall de Taüll hi afloren, preferentment, pissarres i gresos del Cambro-Ordovicià. A la capçalera del riu de Sant Martí hi ha però una important àrea granítica, la del Pic i circ del Pessó i la Coma del Port de Rus. La petita vall del Ginebrell, afluent de l'anterior, no té granit i sí en canvi terrenys cambro-ordovicians en el seu vessant dret. Presenta també importants afloraments de pissarres negres silurianes al fons del barranc i en el vessant esquerre amb trams calcaris i pissarrencs del Devonià inferior.

A la vall de Durro el substrat rocós correspon a alguns nivells negres del Silurià i al Devonià inferior constituït per pissarres, gresos, calcàries argiloses i per calcàries massives del Devonià mig.

Respecte a la geomorfologia de l'àrea no cal aturar-s'hi gaire doncs ja ha estat comentada en el corresponent capítol. Cal recordar però que les formes d'origen glacial són les protagonistes del modelatge de l'àrea en qüestió. Concretament les valls del Ginebrell i de Sant Martí de Taüll, així com la de Durro, foren ocupades per geleres de vall durant el Quaternari, les quals generaren unes formes d'erosió glacial típiques a les parts més altes (circs, sobre-excavacions, parets de vall en U, poliment i estriat del substrat, etc.), i unes formes d'acumulació com ara cordons morrènics a les zones més baixes. En tot cas la dinàmica deposicional d'aquestes petites glaceres que serà comentada més endavant fou fortament condicionada.

per la dinàmica de la gran glacera que circulava per la vall de la Noguera de Tor.

La majoria de formes glacigèniques estan força ben conservades, malgrat que la dinàmica periglacial generalitzada, i la torrencial de manera més puntual les ha degradat parcialment, i ha fet desaparèixer algunes de les formes d'acumulació.

4.2.1. ELS DIPÒSITS QUATERNARIS DE LES VALLS DE TAÜLL I DE DURRO

Les valls de Taüll i de Durro es caracteritzen per les grans acumulacions de sediments quaternaris que hom hi troba, la majoria d'ells d'origen glacial o relacionats amb ell, tal com ens il·lustra la cartografia realitzada (Fig. 11-). Aquestes sobre-acumulacions sedimentàries han estat degudes principalment al paper de barratge que la glacera de Tor realitzà en ambdues valls afluent.

En la cartografia genètica d'aquests sediments es plantegen diversos problemes, entre els quals potser el més important és la pèrdua d'informació respecte als nivells sedimentaris no superficials. Per compensar-ho, en els escassos llocs on hi ha afloraments, s'han realitzat aixecaments de perfils els quals seran, més endavant, objecte d'una especial atenció. Juntament amb la representació de les fàcies genètiques dels dipòsits, s'han representat també aquelles formes que hi estan associades.

Els tills:

Tots aquells dipòsits sedimentats per glaceres han estat agrupats sota el mateix símbol. Ocupen l'extensió més gran de les acumulacions. Genèticament aquests tills estan constituïts per tills sub-glacials i supra-glacials, es-

sent els primers els que ocupen una més gran extensió, si més no superficialment. Aquests tills sub-glacials tenen una important matriu argilosa de color gris-blau (till de Taüll, till de Sant Quirc, tills de Mulleres, etc). Tal com s'explicarà al parlar del till de la morrena lateral de Taüll, es tracta de tills de tipus "lodgement". Eventualment, també existeix algun till sub-glacial del tipus "melt-out". Un bon tall il·lustratiu el tenim a la trinxera de la carretera que va de Boí a Taüll. Les principals característiques d'aquest sediment són les estructures de circulació d'aigua (llenties i nivells de sorres llitades; (veure foto 50) moltes d'elles deformades, i la presència d'una matriu llimo-sorrenca.

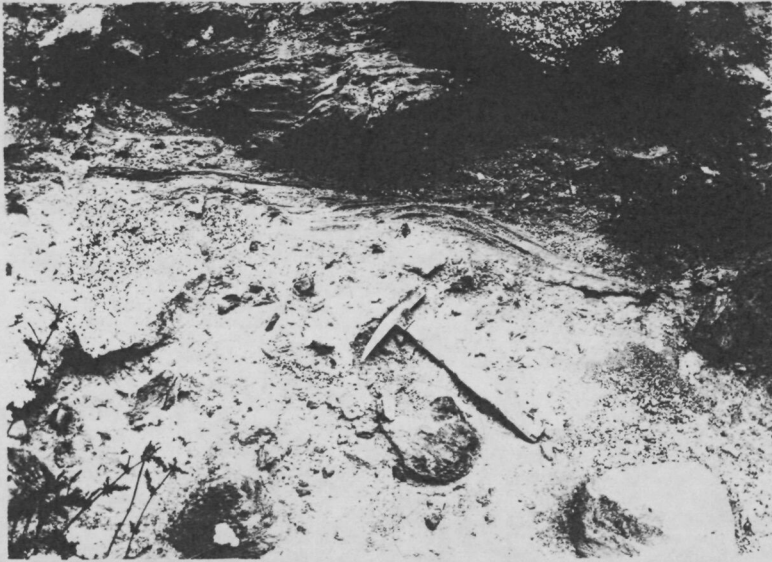
Les acumulacions de tills supra-glacials que hom ha pogut identificar no són tan nombroses com les dels sub-glacials. Aquells tills estan relacionats amb els crestons de les morrenes laterals, sobretot les de les petites glaceres de les valls del Ginebrell i de Durro. Són sediments que a diferència dels anteriors tenen poca compactació, la matriu llimosa i/o sorrenca de color beig-marró, i la majoria de clastes subangulosos a angulosos i de litologies locals relacionades generalment amb el vessant. Difícilment presenten una estructuració interna, encara que ocasionalment (a la vall de Durro) s'ha observat una disposició contra vessant dels blocs. També a la morrena lateral de la glacera del Corrunco, a la part més terminal, hi ha estructures que denoten circulació d'aigües de fusió (nivells rentats, una certa classificació, etc.). Es tracta de tills depositats en un medi supra-glacial adjacent a la glacera on han actuat les aigües de fusió ("melt-out") i els moviments en massa gravitacionals ("flowage").

Un altre tipus de dipòsits d'origen glacial són les morrenes de les glaceres rocoses que es troben tant a la capçalera de la vall de Durro, com a les del Ginebrell i

FOTO 50 - Detall d'un till sub-glacial de tipus "melt-out", amb nivells de sorres laminades i deformades. Tall de la carretera de Bof a Taüll.

FOTO 51 - Graves i sorres del nivell glàcio-fluvial superior de Sant Martí (Taüll). La superfície de l'acumulació correspon a una resta de terrassa pro-glacial.

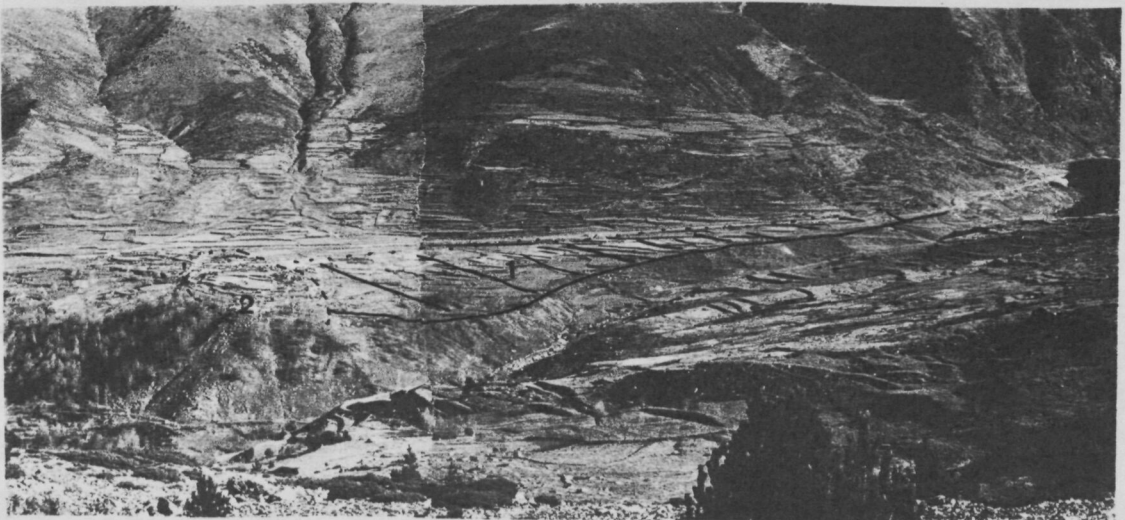
FOTO 52 - 1- Nivell de la terrassa glàcio-fluvial de Sant Martí (Taüll).
2- Morrena de Sant Quirc; a l'esquerra hi trobavem la glacera del Tor, i a la dreta la de Sant Martí.



50



51



52

de Sant Martí (Foto. 8)entre els 2.200 i els 2.400 m. La majoria estan constituïdes per acumulacions de grans blocs angulosos amb una morfologia d'arcs o de lòbuls, i estan situades al peu de parets rocoses orientades al Nord i tapissant en alguns casos material morrènic més antic.

Els dipòsits glàcio-lacustres:

Són aquells sediments de llac que coexisteixen amb el medi glacial ja sigui en posició juxta o pro-glacial. La sedimentació ve regida generalment per les aigües de fusió de la glacera que transporten gran quantitat de càrrega sòlida. El sediment acostuma a ser argilós alternant rítmicament amb sorres fines en el cas de les zones més centrals de les cubetes. A les zones més marginals hom acostuma trobar-hi material més groller, representat per sorres i graves de les unitats deltaïques. A l'àrea de Taüll s'han identificat dipòsits d'aquest tipus superficialment, cas en el qual presenten una morfologia plana (veure Fig. 25.), i també intercalats en les sèries sedimentàries, com ens il·lustren els perfils de Mulleres i de Sant Martí - (Figs.X, 28.). Cal destacar que en el primer exemple citat (el de morfologia plana), es tracta d'una petita cubeta lacustre marginal on es pot observar un pas de till a dipòsits lacustres plegats per compressió de la glacera, i més cap al centre es troben horitzontals. Tot això indica una petita obturació lateral de la glacera i una posterior progressió de la mateixa en el medi lacustre.

Els dipòsits glàcio-fluvials

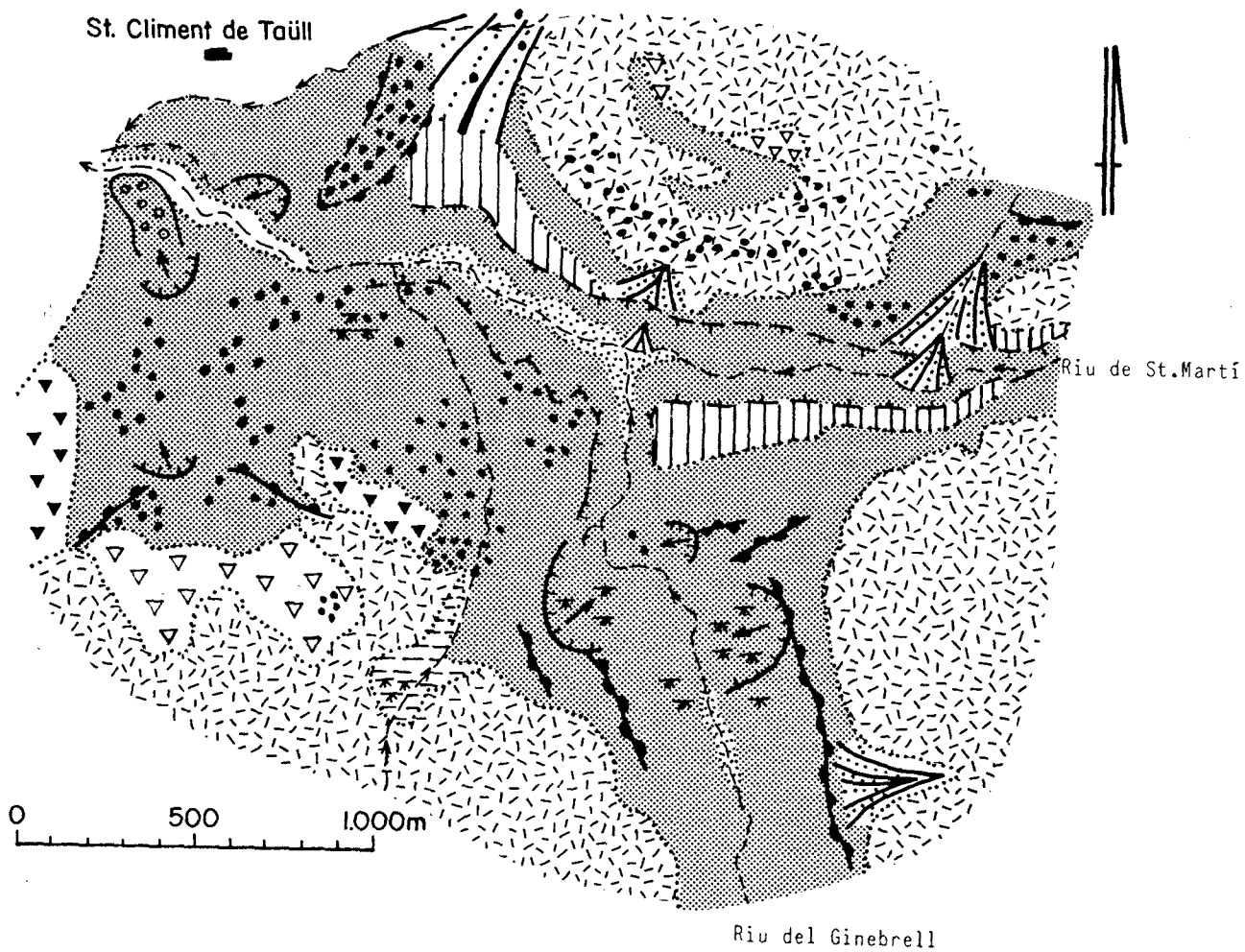
Es caracteritzen per la seva composició de graves i sorres típicament fluvials amb estructures de corrent, però en situacions topogràfiques condicionades pel nivell del glaç durant les glaciacions. Moltes vegades apareixen deformacions associades a colapsaments provocats per la

LLEGENDA DE LA FIG.25_

- 1.- Desprendiment dels terrenys superficials: cicatriu/collada.
- 2.- Talús per incisió fluvial.
- 3.- Cresta de cordó o arc morrènic.
- 4.- Con de dejecció flúvio-torrencial.
- 5.- Riu.
- 6.- Dipòsits glacials.
- 7.- Blocs morrènics.
- 8.- Terrassa glàcio-fluvial.
- 9.- Dipòsits lacustres.
- 10.- Dipòsits fluvials.
- 11.- Mulleres.
- 12.- Dipòsits periglacials de gelifluxió (amb fins).
- 13.- Dipòsits periglacials de gelivació (tarteres).
- 14.- Substrat rocós.

FIG.25-ESQUEMA FOTO-GEOMORFOLÒGIC DE LA CONFLUÈNCIA
DE LA VALL DEL GINEBRELL AMB LA DE ST.MARTÍ.

(SECTOR DE TAÜLL)



- | | | | | | | | | | |
|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
| 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | | |

desaparició de la massa de glaç.

A l'àrea aquí tractada no són molt abundants encara que en els perfils s'hi identifiquen alguns nivells. Potser el més important és l'acumulació glàcio-fluvial a l'àrea del riu de Sant Martí, a sobre Taüll, que en l'esquema foto-geomorfològic és indicada com terrassa glàcio-fluvial. Aquesta acumulació, constituïda a la part més proximal per nivells de còdols i graves amb llits de sorres (tall de la pista que travessa el riu de Sant Martí), presenta a la part superior una morfologia de plana lleugerament inclinada (3°-4°) cap a l'Oest, de la qual conserven diversos fragments, el més distal dels quals es recolza contra la morrena de l'ermita de Sant Quirc, a sobre de Sant Climent de Taüll. Tot aquest nivell representa sens dubte el testimoni d'una antiga plana pro-glacial, respecte a la glacera de Sant Martí, la dinàmica de la qual restà condicionada per la morfologia estreta de la vall de Taüll així com per la glacera de Tor que a l'indret de la morrena de Sant Quirc devia actuar com a nivell de base local.

Els dipòsits periglacials i nivals:

A les valls de Durro i de Taüll, així com en tota l'àrea d'estudi del present treball, les acumulacions d'origen periglacial tendeixen a la suavització de les formes del relleu, mitjançant un tapissat quasi continu dels vessants; completat aquest, es sol parlar de vessants regularitzats.

Les acumulacions periglacials i nivals cartografiades en aquestes petites valls tributàries de la de Boí, cal atribuir-les a l'actuació d'una morfodinàmica en part activa i en part fòssil, aquesta última probablement relacionada amb la dinàmica periglacial que coexistia amb el medi glacial quaternari.

Aquests dipòsits estan representats per cons i

talusos d'esbaldregalls que estan formats per materials angulosos fornits per la gelivació de la roca del substrat que s'acumulen al peu de parets rocalloses per efectes de la gravetat, i en molts casos ajudats per les allaus de neu. Generalment, presenten una morfologia de con, sobretot quan es situen al peu de canals. La morfometria d'aquestes formacions depen fonamentalment de la litologia i de la densitat de la xarxa de discontinuitats estructurals del substrat. Generalment hi ha una grano-classificació que augmenta de l'àpex a les parts baixes del con. La producció de fins acostuma a ser petita, i en tot cas es pot produir un rentat superficial per les aigües de pluja o de fusió nival.

El dipòsits de gelifluxió o de solifluxió tenen una especial relevància a la vall de Durro. En ambdós casos es produeix un desplaçament plàstic de la formació superficial constituïda per petits clastes inclosos en una matriu lutítica de color marró-vermellós que es troba saturada o semi-saturada d'aigua. En el cas de la dinàmica gelifluidal, el desplaçament plàstic de la formació superficial és facilitat per l'existència d'un nivell gelat en el sòl (pergelisòl) que actua com a pla de lliscament de la part superior durant el desglaç. A la vall de Durro, aquestes acumulacions van lligades a vessants de naturalesa pissarenca (Silurià i Devonià inferior), on l'alteració del substrat dóna quantitat de fins. Al sector de Taüll, és freqüent el trobar solifluxions actuals que afecten els recobriments de tills sub-glacials. En alguns casos, aquests dipòsits de vessant presenten una estructura llitada poc inclinada, i estan constituïts per clastes gairebé sense matriu, alternant amb d'altres on la matriu és molt abundosa. És el que hom anomena esbaldregalls ordenats o estratificats. Es tracta de la superposició de colades o mantells de gelifractes transportats per gelifluxió i depositats damunt la superfície.

glaçada, on alguns nivells han sofert un rentat de la matriu original per la infiltració i circulació de les aigües de fusió nival, que en alguns casos poden generar la precipitació de carbonat o d'òxids de ferro que cimentin aquests nivells de graves.

Els dipòsits lacustres:

Venen representats pels sediments que actualment tendeixen a reblir les cubetes d'erosió glacial en els fons de circ o bé que ocupen petites depressions en el sí de les acumulacions morrèniques. Òbviament, es tracta de dipòsits post-glacials, que en la cartografia corresponen a mulleres que ens indiquen la fase final del rebliment lacustre.

Els dipòsits flúvio-torrencials:

Degut a les característiques hidrodinàmiques dels cursos d'alta muntanya i a la morfologia de les altes valls, hi ha una manca de sediments i de formes d'acumulació clarament fluvials a les valls de Taüll i de Durro. El que trobem són materials d'origens diversos, generalment glacial, retreballats per l'acció torrencial dels rius i torrents locals. Al fons de les estretes lleres hi trobem acumulacions de graves i còdols, i al peu dels aiguavesants, a la confluència d'un torrent amb el riu principal, hi ha nombrosos cons de dejecció, molt abundants a la vall de Sant Martí. La composició morfomètrica d'aquestes formacions torrencials depen fonamentalment de les característiques dels materials de l'àrea font. Generalment retreballen morrenes que cobrien els vessants. Indiquen un transport curt i una dinàmica a batzegades de colades fangoses amb blocs, alternant amb episodis de circulació d'aigua. Tots aquests cons de Taüll recobreixen sediments i formes gla-

cial. Els més desenvolupats són els que es disposen al peu del vessant dret de la vall de Sant Martí i que tenen com a nivell de base l'antiga plana pro-glacial citada al parlar dels dipòsits glàciofluvials. D'això es pot concloure que tots aquests cons de dejecció són clarament post-glacials i previs a l'incisió fluvial en la plana pro-glacial, doncs tal com ens il·lustra l'esquema foto-geomorfològic de la fig.25, hi ha una segona generació de cons més recents, encaixats en els anteriors, i que tenen com a nivell de base el fons de vall actual.

Els dipòsits generats per moviments de massa:

A l'àrea de Taüll, sobretot a les acumulacions de material d'origen sub-glacial que té un contingut elevat de fracció lutítica, es produeixen una sèrie d'esllavissaments de paquets superficials en els quals és fàcil distingir cicatriu de desenganxament (Fig.25.). El mecanisme que genera aquestes esllavissades està lligat als processos solifuidals que activen els vessants recoberts de till argilós. És freqüent trobar la formació de mulleres o aigües relacionades amb les colades de fang despreses en aquests tipus de moviments de massa. Curiosament, l'indret anomenat "Mulleres", a la part baixa del barranc del Ginebrell, és una zona on aquests aconteixements han esdevingut amb certa freqüència.

4.2.2. EL SECTOR DE TAÜLL I D'ERILL

A continuació i d'una manera més detallada es comentaran aquells afloraments i unitats sedimentàries que per llur importància sedimentològica i estratigràfica han estat estudiades amb més de detall.

La morrena de Taüll: un exemple de "lodgement till"

Aquest dipòsit es troba situat entre les cotes

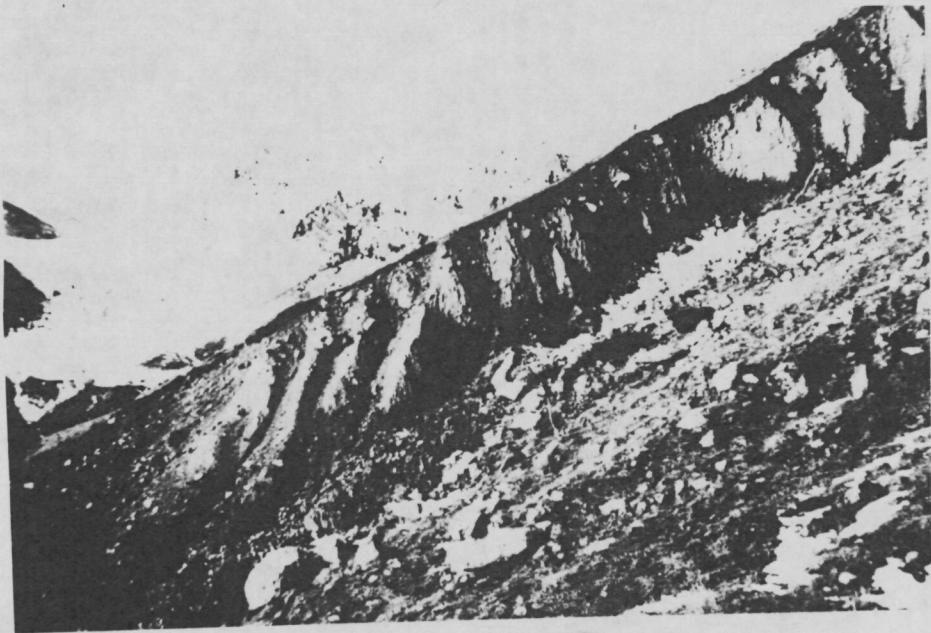
FOTO 53 - La morrena lateral de Taüll, constituïda per un "lodgement till". A l'esquerra de la foto hi ha la vall de la Noguera de Tor. La fletxa indica el sentit de penetració de la glacera de Tor a la vall de Sant Martí, durant la fase de deposició de la morrena lateral.

FOTO 54 - Tall del "lodgement till" de la morrena de Taüll.

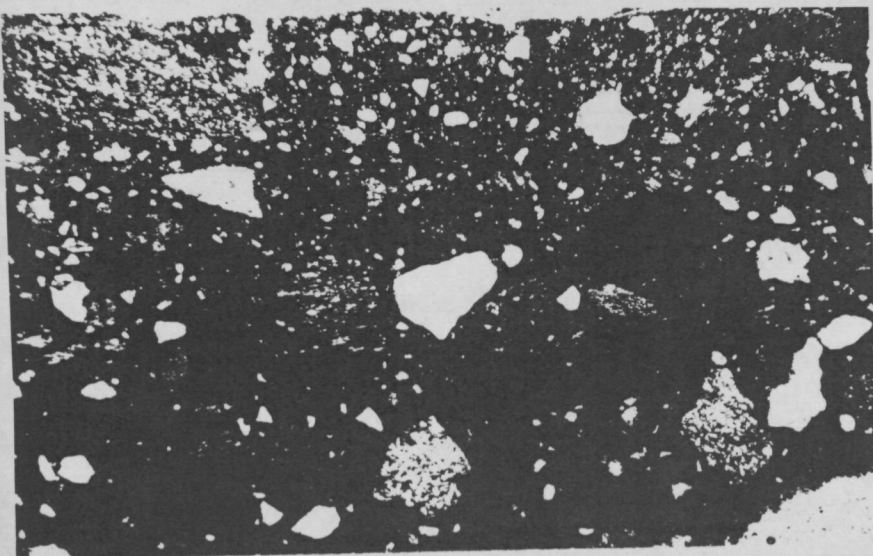
FOTO 55 - 56 - Làmina prima i foto de "scanning", que il·lustren la micro-textura de la matriu del mateix till anterior. Observeu l'estructura massiva amb suport de la matriu.



53

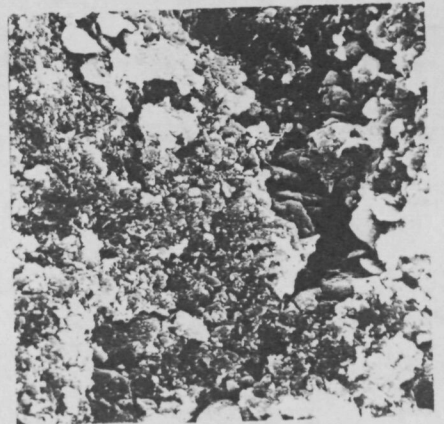


54



X15

55



56

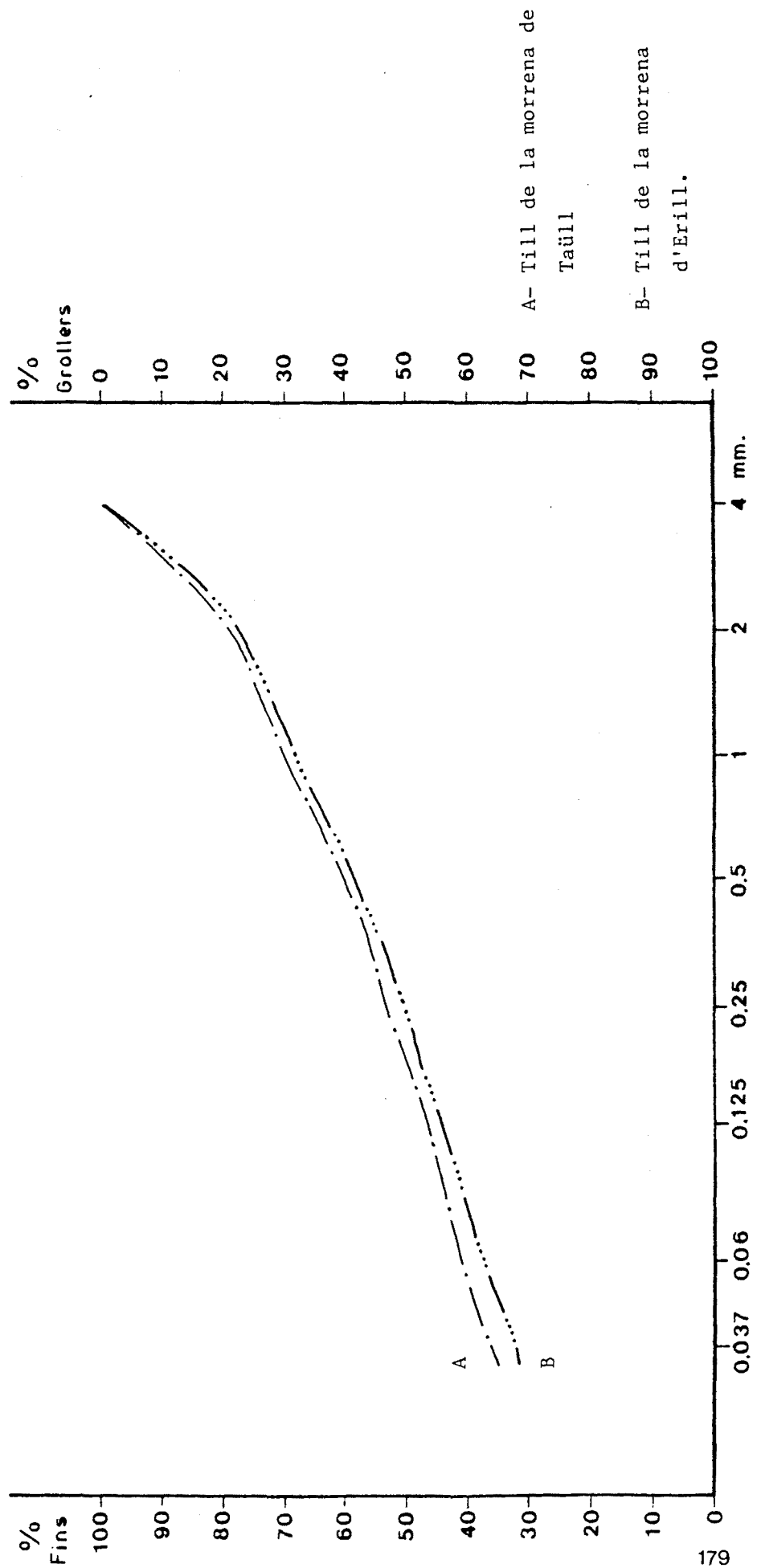
10^m L

1670 i 1780 m en el vessant d'esquist cambro-ordovicià on hi ha el poble de Taüll. Gràcies a l'aixaragallament d'aquests materials incoherents és possible estudiar les característiques del dipòsit. Aquesta morrena presenta dos afloraments, un situat just al damunt del poble i un altre més proper a la confluència amb la vall de la Noguera de Tor. Morfològicament hom observa que la part superior té una configuració de cordó morrènic lateral que fa un petit replà sobre el qual s'hi recolzen dipòsits del vessant. Aquest cordó morrènic té un cert pendent cap a l'interior de la vall de Taüll (Foto 53). El substrat esquistós sobre el qual es disposa el dipòsit presenta unes microformes erosives clarament glacials: estries i fractures concoidals, les quals indiquen un sentit del flux glacial cap a l'Est, és a dir, cap a l'interior de la vall de Taüll o de Sant Martí. El sediment està format per graves, còdols i blocs inclosos en una matriu lutítica de color gris, bastant compactada. Referent a la matriu, ha estat estudiada a nivell granulomètric, micro-textural i mineralògic. La figura 26 ens mostra una matriu amb un contingut elevat de fins que supera el 35% i que l'anàlisi al microscopi òptic i electrònic ens revela una abundància de filosilicats que engloben petits litoclastes de morfologia subangulosa. La determinació mineralògica resenyada a continuació ens confirma les observacions micro-texturals: un elevat nombre de minerals d'argila coexisteixen amb quars i calcita que deuen correspondre als petits litoclastes.

Referent a la litologia de les graves, còdols i blocs d'aquest till, s'ha de dir que els més petits (graves) són de quars i esquist, mentre que els blocs són de granodiorita i d'esquist. Fet un estudi de la fàbrica dels clastes tamany bloc al llarg de tot el tall visible, hom observa una disposició preferent d'aquests elements segons una sèrie de plans que cabussen cap al Oest-Sudoest.

L'interpretació d'aquest sediment és clara: es

FIG.26- CORBES GRANULOMÈTRIQUES ACUMULATIVES DE LA MATRIU DELS TILLS
 SUB-GLACIALS DE TAÜLL I D'ERILL.



tracta d'un till depositat en medi sub-glacial per mecanismes de tipus "lodgement". Encara que en funció de la litologia dels clastes podria correspondre tant a un dipòsit de la glacera de Taüll com de la glacera de Tor, si tenim en compte els criteris morfològics del dipòsit així com la fàbrica dels blocs, hom dedueix clarament que cal atribuir-lo a un "lodgement till" de la glacera de Tor la qual entrava a la vall de Taüll.

Determinació mineralògica de la matriu del till de Taüll.

- Diagrama segons agregat orientat:

<u>2θ</u>	<u>d</u>	<u>Composició</u>
6.15	14.3	Clorita
8.75	10.09	Illita
12.4	7.12	Clorita
17.65	5.01	Illita
18.7	4.73	Clorita
25.10	3.543	Clorita

- Diagrama de pols:

20.9	4.24	Quars
26.65	3.341	Quars
29.5	3.070	Calcita
39.5	2.278	Calcita

La morrena d'Erill

El barranc d'Erill, que conflueix més avall del poble d'Erill-la-Vall amb la Noguera de Tor, drena una petita conca on el substrat està constituït per calcàries i pissarres del Devonià. En aquest indret hi ha una important acumulació morrènica depositada per l'antiga glacera de Tor en el seu marge dret. A les cotes altes d'aquest

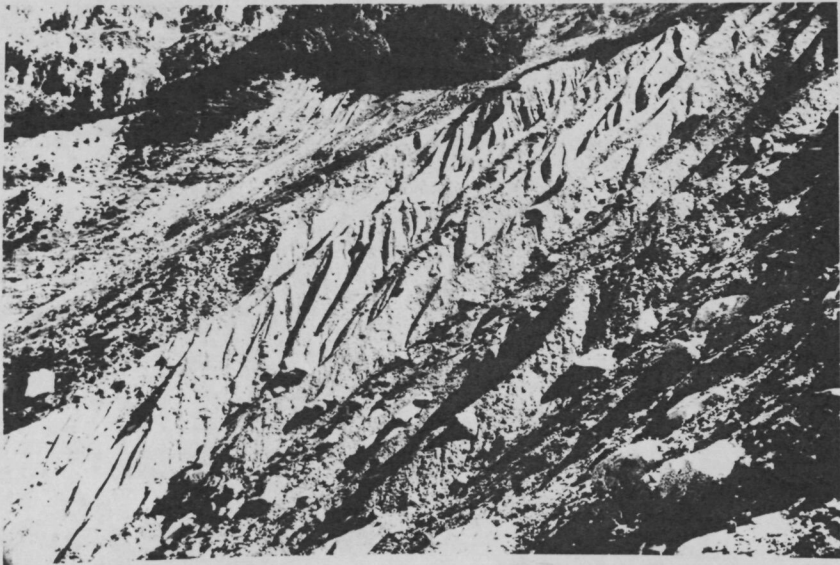
FOTO 57 - Vista general de l'acumulació morrènica d'Erill.
1- Situació dels blocs morrènics més alts (1800 m)
2- Replà (glacis) de les bordes d'Erill (1600) modelat
a sobre de la morrena.

FOTO 58 - Aspecte general del till sub-glacial (lutític) de la
morrena d'Erill.

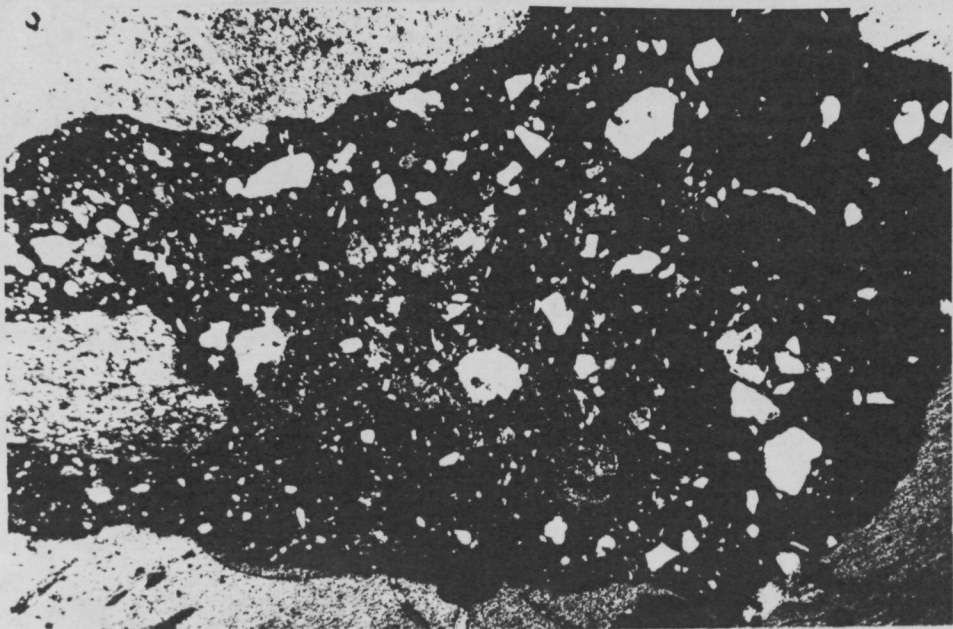
FOTO 59 - Micro-textura de la matriu del till de la foto anterior.
Vegeu la similitut textural amb el de Taüll.



57



58



59

X 12

vessant, per sobre dels 1.800 m, hi trobem material morrènic dispers representat per una sèrie de blocs granítics escampats situats a sota de la collada d'Erill, i també per clastes clarament glacigènics que han estat retreballats per formacions torrencials i de vessant. Una mica més avall, entre els 1.500 i els 1.800 m hom troba, però, una gran acumulació morrènica, la qual ha estat analitzada en detall en el perfil de la figura 4.

Unitat inferior: constituïda per una diamictita en la qual una matriu llimo-arenosa, compactada, de color gris clar, suporta blocs, còdols i graves glacigènics, de granit, esquist i quarsita. Hi ha algun nivell lenticular de sorres i hom hi aprecia una alternança de nivells lutítics i sorrencs amb la laminació deformada. A la part superior d'aquesta unitat la matriu esdevé més sorrenca, hi ha nivells de lutites laminades i de graves rentades, i la disposició dels blocs morrènics és contra-vessant. Interpreto doncs aquesta unitat com un till sub-glacial en la part baixa, durant la deposició del qual han actuat les aigües de fusió; la part més alta seria un till supra-glacial on alternen els mecanismes de "flow" amb el rentat de les aigües de fusió.

Unitat intermitja: disposat, per contacte erosiu, sobre la unitat inferior, trobem un sediment amb matriu lutítica gris-blava, compactada, amb còdols i graves estriats inclosos, i blocs dispersos. La litologia dels clastes és idèntica que per el tram inferior. Hi ha blocs que, per la seva disposició seguint un pla inclinat cap a la vall, indiquen una estructura de pla de cisallament produït sub-glacialment per la compressió de la glacera. La fàcies d'aquest till és idèntica a la del till de la morrena de Taüll. Si a més comparem la microtextura de la matriu i la seva granulometria, veurem que la similitud entre ambdós tills segueix essent total (Fig.27 i foto 59). Es tracta doncs d'un

till sub-glacial de fàcies "lodgement".

A sobre d'aquest till, i coincidint amb un replà topogràfic on es troben les bordes d'Erill, hi ha un petit gruix de formació superficial de vessant. En el tall general però, els dipòsits glacials segueixen en continuïtat estratigràfica per sobre del "lodgement till".

Unitat superior: la part de dalt de l'acumulació està formada per un dipòsit que petrologicament, texturalment i estructuralment és equivalent a la part alta de la unitat inferior, per la qual cosa cal interpretar-lo com un till supra-glacial.

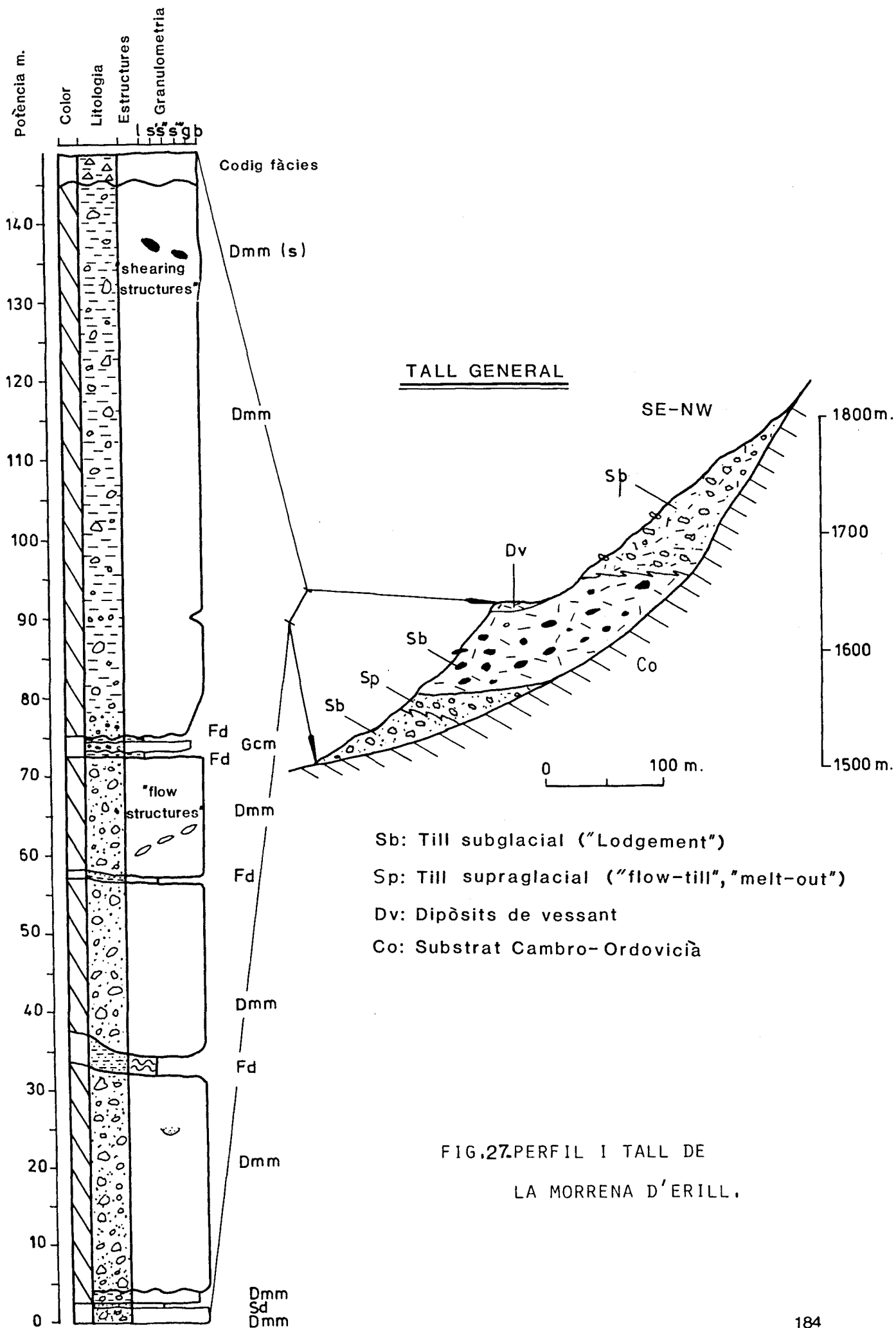
Fases deposicionals de la morrena d'Erill.

La sedimentació del material morrènic d'Erill marca dos grans episodis en la dinàmica de la glacera de Tor. El primer vindria marcat per la progressiva deposició de till durant l'avenç de la glacera. Durant aquest augment del glaç es pot diferenciar una primera fase que correspondria a la deposició dels tills de la unitat inferior, i una segona fase deposicional en la qual es sedimentarien les unitats intermitja i superior. En aquest moment s'arribaria a la màxima extensió de la glacera de Tor.

El segon episodi vindria marcat per un retrocés de la glacera seguit d'una estabilització aproximadament a la cota 1.600 m. Durant aquest segon període, el material morrènic superior seria retreballat per una dinàmica de vessant (torrencial i solifluidal), generant les formacions de vessant que modelen el replà de les bordes d'Erill.

Finalment hi hauria la retirada definitiva de la glacera de la qual no queda cap enregistrament ni en el modelatge ni en els dipòsits.

Cal dir que tant l'elevada deposició glacial com



la conservació dels mateixos dipòsits en aquest indret, venen condicionats per la morfologia pre-glacial del barranc d'Erill, que forma una petita cubeta protegida per un llom rocós important.

Els dipòsits del perfil de Sant Martí

Aquests materials sedimentaris queden exposats en un tall al marge esquerr del riu de Sant Martí, just al davant de l'aiguabarreig d'aquest riu amb el barranc de les Clotes. En aquest aflorament s'ha aixecat un perfil estratigràfic (Fig.28-) el qual està situat en el mapa dels dipòsits quaternaris de la vall de Taüll (Fig.IX), amb l'objectiu d'estudiar les diferents litofàcies sedimentàries que hi són presents.

Per les condicions de l'aflorament, el perfil s'ha realitzat entre dos nivells de tills. En el nivell inferior no s'ha arribat a veure la seva base perquè quedava coberta; el superior està situat a sota de les graves que constitueixen un nivell de terrassa glàcio-fluvial - (Fig.25).

En aquest perfil s'hi han diferenciat tres nivells de tills que presenten la mateixa litofàcies; es tracta d'unes diamictites constituïdes per graves i còdols glacials inclosos en una matriu lutítica de color beig i molt compactada. Genèticament es tractaria de tres nivells de till sub-glacial, probablement de tipus "lodgement". Entre aquests tres nivells de tills, tant entre el nivell inferior i l'intermig, com entre aquest últim i el superior, hi ha dues seqüències grano-creixents de lutites, sorres i graves. Les potències d'ambdues seqüències són diferents però difícil s de comparar i valorar degut al contacte erosiu amb el till suprajacent. En el tram inferior, de 7 m de potència, hi trobem sorres amb laminacions paral·leles,

LLEGENDA PER A LES COLUMNES ESTRATIGRÀFIQUES DEL SECTOR DE TAÜLL (FIGS. 28 i X)

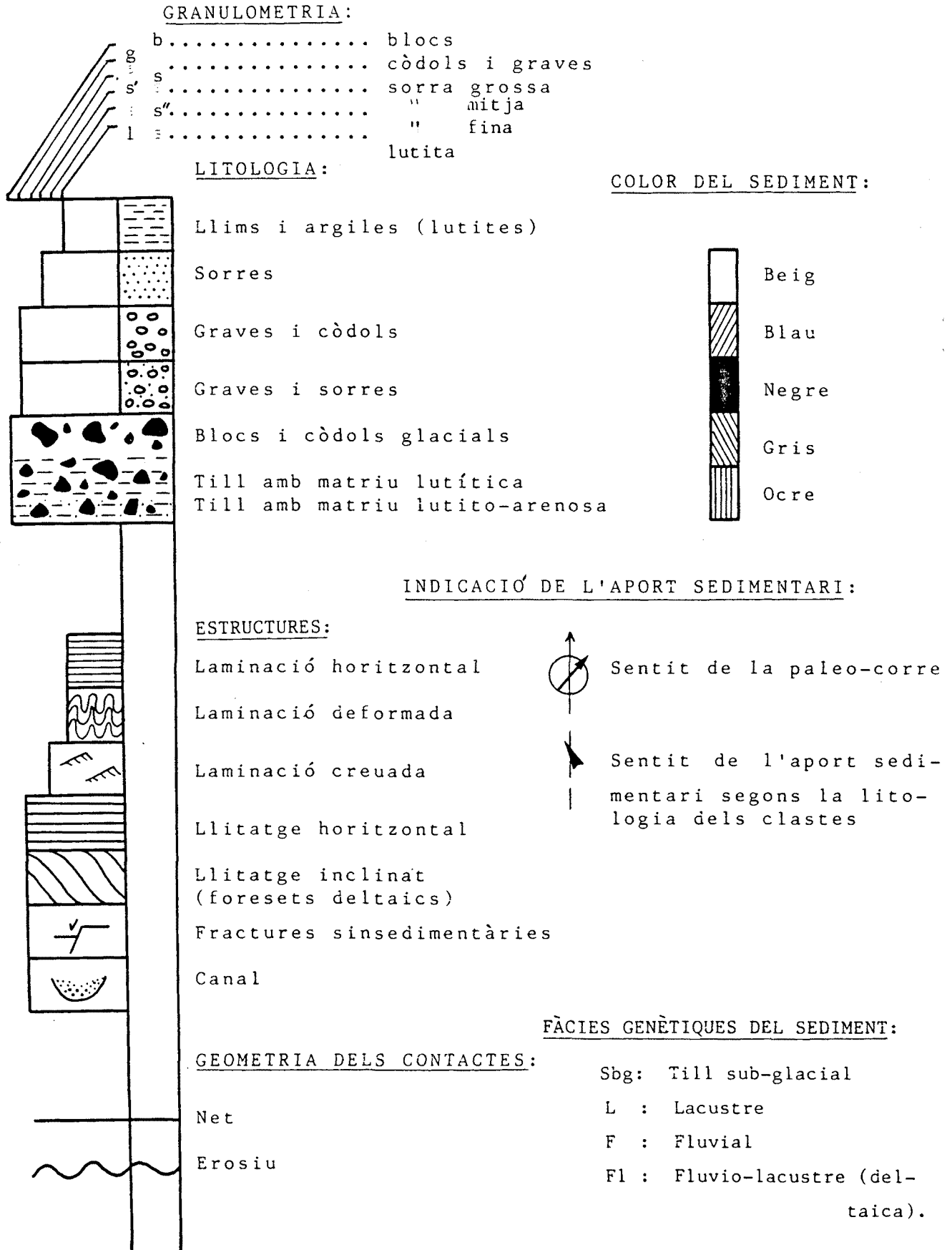


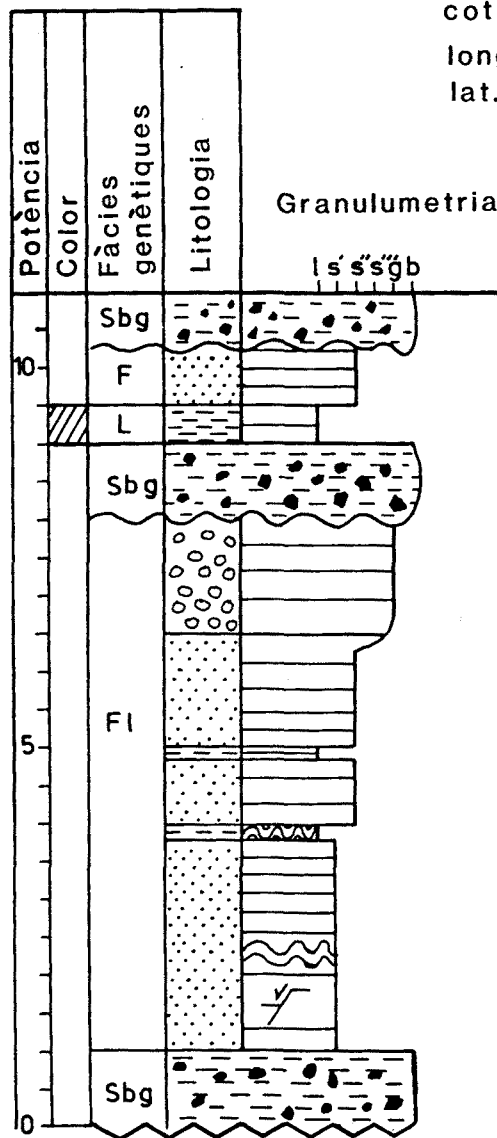
FIG.28 - PERFIL ESTRATIGRÀFIC

Sant Martí /Taüll *

cota sostre : 1700 m.

long. : 0° 52' 40"

lat. : 42° 30' 33"



* Veure situació en el mapa dels sediments quaternaris de Taüll.

moltes d'elles deformades i amb fractures de compressió vertical, així com alguna passada molt prima de lutites de color beig, també amb deformacions importants. Cap al sostre, les sorres passen a un tram de graves rentades de fins. La seqüència situada entre els dos nivells superiors de till té només un metre i escaig de gruixària, i en la seva part inferior està formada per unes lutites (amb molta argila) massives de color blau i que engloben algún còdol, preferentment granític. Al damunt d'elles hi ha unes sorres de gra mig de color beig amb alguna làmina de lutita intercalada. Malgrat no ésser representades en el perfil, al damunt del tram de till superior hi ha unes graves que corresponen al nivell de terrassa glàcio-fluvial esmentada més amunt, i comentada al principi d'aquest capítol al parlar de les característiques geomorfològiques del sector de Taüll.

La significació que hom dóna a aquests nivells de lutites, sorres i graves és la de ser un sediment d'un ambient pro-glacial de tipus deltaic. A nivell d'interpretació d'esdeveniments cal, doncs, parlar de tres fases d'avenç de la glacera de Sant Martí, a la qual li atribueixo la deposició d'aquests tills, seguides cadascuna d'elles per tres episodis de retrocés en el qual aquest sector correspondria al domini pro-glacial. El tercer i darrer episodi glàcio-fluvial correspondria a la retirada definitiva de la glacera de Sant Martí vall amunt.

Els dipòsits de Mulleres

L'indret anomenat Mulleres es troba situat en la part baixa de la vall del Ginebrell, aproximadament a uns cinc-cents metres de la confluència amb el riu de Sant Martí. Tal com podem observar-ho en la figura 25, és una àrea tapissada de dipòsits glacials, els quals tenen un elevat contingut lutític, la qual cosa fa que les zones més

pendents es vegin afectades per nombroses esllavissades. Associats a aquests moviments de terres i en les petites depressions que es generen a sobre els dipòsits argilosos, es formen aiguamolls, o mulleres, motiu pel qual la gent del país ha batejat aquest indret amb aquest nom.

També cal destacar l'existència de cordons morrènics associats a les morrenes laterals de les glaceres quaternàries allí existents. Tal com ens il·lustra la figura 25, hi ha dues restes de morrenes laterals que per la morfologia pertanyien a la glacera de Sant Martí (pressuposen dues fases de deposició). Hi ha també restes de les morrenes laterals de la glacera del Ginebrell (tant per la morfologia com per la litologia dels clastes). Aquestes últimes també pressuposen dues posicions d'avenç de la glacera del Ginebrell.

Els perfils geofísics dels dipòsits de Mulleres

En aquesta àrea és palesa la manca d'afloraments que ens mostrin la diferent naturalesa dels sediments en profunditat. Afortunadament he tingut accés a un informe realitzat per l'empresa Sondesa, fet l'any 1975, en el qual s'analitzen les característiques geotècniques del sector de Mulleres de ca a a un projecte d'estació d'esquí. En ell es realitzaren una sèrie de sondatjes elèctrics verticals de cara a un reconeixement del terreny que dugué a terme i interpretà el geofísic J. M. Niñerola i Pla. Amb aquestes dades he elaborat el bloc-diagrama de la fig.29, en el qual hom pot veure l'àrea estudiada, i la relació entre la morfologia i els tipus de sediments. En els resultats d'aquest reconeixement geofísic hom pot diferenciar clarament diferents cossos resistius dintre dels sediments així com la seva geometria aproximada, i també la profunditat del substrat rocós.

A partir d'aquestes dades geofísiques es poden

fer les següents consideracions:

- Hi ha una acumulació màxima de sediments d'uns 80 m.
- La geometria dels diferents cossos resistius dels sediment ens indiquen l'existència de canvis laterals de fàcies en sentit perpendicular a l'eix de la vall.
- Per la mateixaraó anterior hom veu una continuïtat de les litofàcies en sentit longitudinal a la vall.

A partir de les unitats geo-resistives, J.M. Niñerola fa una estimació de les litofàcies següents:

1. Substrat inalterat: resistivitat molt elevada, no acotable en comparació amb la dels nivells suprajacents (representada en la figura pel símbol d'infinít).
2. Substrat eventualment alterat i recobriments basals més consolidats: resistivitat de 100 a 200 ohm/m.
3. Nivells molt heteromètrics amb fracció grossa dominant: resistivitat entre 250 i 600 ohm/m.
4. Nivells heteromètrics amb fracció fina definida o dominant: resistivitat entre 100 i 250 ohm/m.

Amb les dades anteriors, comparant-les amb les obtingudes durant les campanyes de prospecció geofísica a les cubetes de Barruera i de Bono (veure apartat 4.3), i ajudat per les observacions sobre el terreny (litològi-

ques i morfològiques), he establert les següents litofàcies sedimentàries a les quals es pot atribuir un cert valor genètic.

Unitat a - Sediments lutítics compactats; poden incloure algun claste dispers.

Resistivitat entre 100 i 200 ohm/m.

Genèticament es poden establir dues hipòtesis: o bé es tracta d'unes lutites lacustres, o bé d'un till sub-glacial molt argilós, a l'estil del descrit en la unitat inferior del till de Llestui (apartat 4.1.2.). En ambdós casos però s'hi endevina la presència d'un ambient deposicional lacustre. Per reafirmar aquesta asseveració cal dir que es va tarar la resistivitat elèctrica dels dipòsits lacustres de Llestui, i donàven uns valors situats entre els 100 i 200 ohm/m.

Unitat b - Diamictita amb suport de la matriu constituïda per clastes amb matriu lutítica i/o arenosa. Resistivitat entre 250 i 350 ohm/m. Genèticament crec que es pot tractar d'un dipòsit glacial (heterometria) del tipus till basal o sub-glacial (abundant matriu fina i certa compactació).

Unitat c - Diamictita amb suport dels clastes, constituïda per clastes amb matriu amb pocs o gens fins. Resistivitat entre 400 i 1000 ohm/m.

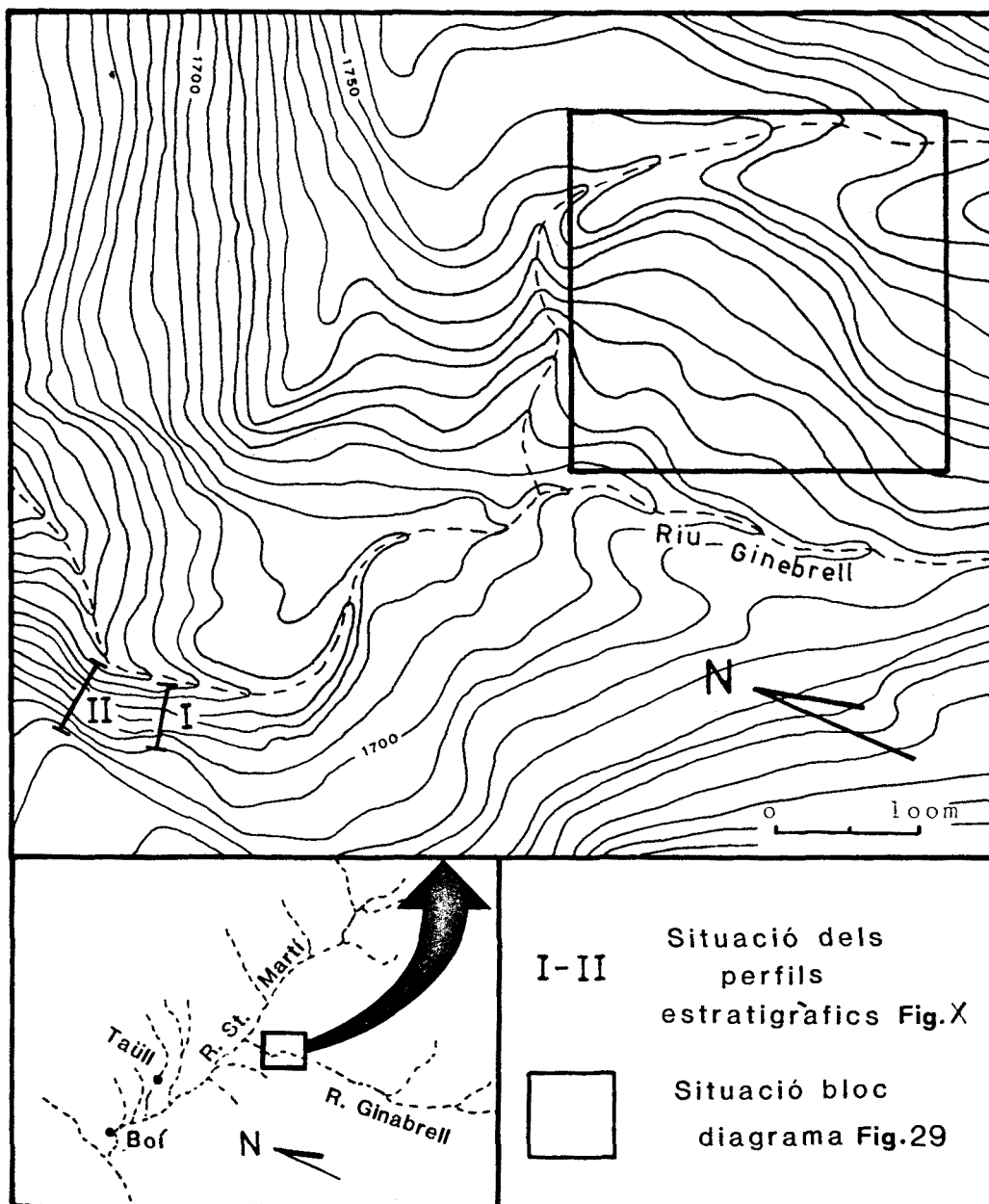
La interpretació genètica en aquest cas ve ajudada per l'existència de petits afloraments superficials d'aquesta unitat així com pel fet geomorfològic de correspondre al cordó morrènic lateral dret de la vall del Ginebrell. Es tracta doncs d'un till supraglacial.

Unitat d - Sediments lutítics. Es tracta d'un nivell prim i molt superficial. Resistivitat entre 130 i 150 ohm/m.

Per les condicions geomorfològiques d'aquest indret veiem que s'hi produí una esllavissada de part de la morrena lateral, de la qual es conserva bé la cicatriu semicircular i de secció còncava, així com part del material esllavissat al seu peu amb forma d'acumulació convexa i el qual es troba parcialment recobert per mulleres. Això es pot observar comparant el bloc diagrama amb l'esquema foto-geomorfològic (Fig.25.). Tenint en compte la geometria del nivell que configura aquesta unitat d , hom pot deduir que es tracta d'unues lutites que constitueixen el nivell de lliscament de l'esllavissada abans esmentada.

Fases deposicionals dels sediments descrits en el perfil geo-elèctric

- 1- Fase d'ambient lacustre de prolongada duració. Segurament es tractava d'un llac que recollia les aigües pro-glacials de la glacera del Ginebrell que deuriem quedar obturades per la glacera de Sant Martí o per la de Tor que penetrava a la vall de Taüll. Durant aquesta fase de llac hi degué haver un episodi de progració de la glacera del Ginebrell a sobre la cubeta; representat per la deposició de la unitat b interestratificada.
- 2- Fase d'avenç glacial, protagonitzada per la progració de la glacera del Ginebrell. Aquesta fase ve representada per la sedimentació de tll sub-glacial (unitat b) i tll supra glacial (unitat c) que configura la morrena lateral. Si a més considerem els dos cordons morrènics laterals del cantó esquerre de la vall, hom pot suposar que aquesta fase tingué dos episodis individualitzats d'estabilització de la glacera del Ginebrell.



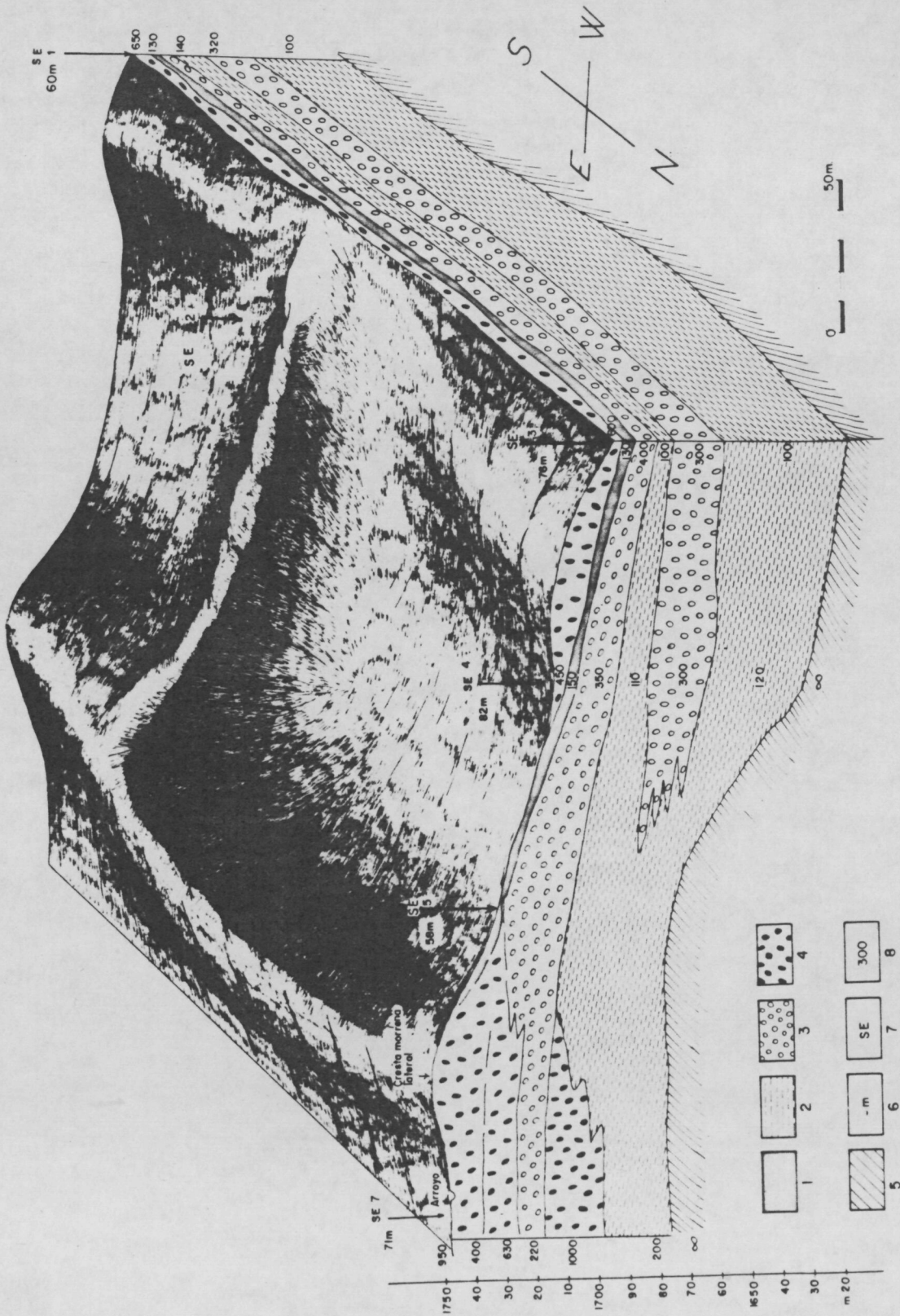
ESQUEMA DE SITUACIÓ DELS PERFILS ESTRATIGRÀFICS DE MULLERES I DE L'ÀREA PROSPECTADA AMB GEOFÍSICA (BLOC DIAGRAMA).

LLEGENDA DE LA FIG.29 -

Interpretació de les litofàcies corresponents als diferents cossos resistius dels sediments glacials del riu del Ginebrell a l'indret de les Mulleres (sector de Taüll).

- 1.- Dipòsits lutítics que corresponen al nivell de lliscament d'una esllavissada.
- 2.- Dipòsits lutítics amb algun claste dispers.
- 3.- Dipòsits detrítics grollers: clastes amb matriu lutito-arenosa.
- 4.- Dipòsits detrítics grollers: clastes abundants amb poca matriu lutito-arenosa.
- 5.- Substrat rocós.
- 6.- Profunditat del substrat rocós respecte al punt del SE.
- 7.- Sondeig elèctric vertical.
- 8.- Valor de la resistivitat del cos sedimentari en Ω/m .

GEOMETRIA DELS DIFERENTS COSSOS RESISTIUS
 DELS SEDIMENTS GLACIALS DEL GINEBRELL (Taüll)



Els perfils estratigràfics de Mulleres

En el mapa de situació del bloc diagrama abans comentat (Fig.29-), podem veure que 300 m més avall de la zona on es realitzaren els sondatjes elèctrics, s'han aixecat dos perfils estratigràfics, anomenats Mulleres/Taüll I i II. Estan situats a la riba esquerra del riu del Ginebrell, aprofitant la soscavació d'un meandre que ha deixat al descobert uns 50 m de tall en els dipòsits, parcialment coberts.

Aquests dos perfils, situats molt aprop l'un de l'altre, són fàcilment correlacionables. Les litofàcies que hi són presents corresponen fonamentalment a dos tipus d'ambient, a un clarament glacial i a un altre de marge glacial (glàcio-fluvial o glàcio-lacustre).

Dipòsits glacials: presenten una fàcies de diamictita, i estan constituïts per clastes de diversos tamany (de graves a blocs) en una matriu de lutita grisa, eventualment amb sorra ("matrix supported"). Localment presenten indicis de circulació d'aigua com ara passades de graves amb sorres rentades de fins. Alguns dels blocs es disposen seguint uns plans inclinats uns 20° cap al NW. La majoria de clastes presenten estries i morfologia glacial típica, i referent a la seva litologia cal destacar la presència notable de granits que en cap cas poden provenir de la vall del Ginebrell.

Genèticament interpreto aquest dipòsit com un till sub-glacial que presenta fàcies "melt-out" i fàcies "lodgement", i que fou sedimentat per la glacera de Sant Martí, o per la de Tor que penetrava a la vall de Taüll, o per ambdues que restaven unides.

Dipòsits de marge glacial: tal com ens mostren

els perfils, entre els dos nivells de tills hi ha una important acumulació de graves amb sorres i lutites interestratificades formant petits nivells laminats i també lutites massives amb "drop-stones". En el perfil II, i a la part superior, hi ha un altre tram constituït per materials similars als anteriors, amb estructures de corrent, de tipus canal a les graves i de tipus "ripples" a les sorres.

Genèticament es tracta de materials de deposició en un medi flúvio-lacustre. Les graves amb sorres intermitges presenten estructures de progradació deltaïques de tipus "foresets", que juntament amb la composició litològica dels clastes permet deduir la procedència dels aports que en els trams inferiors venien de la vall de Sant Martí i en els superiors de la del Ginebrell. El tram situat al damunt del till superior cal interpretar-lo com d'ambient glàcio-fluvial pro-glacial provinent de la vall del Ginebrell.

Fases deposicionals dels sediments descrits en els perfils estratigràfics

- Fase d'avenç glacial: deposició del till sub-glacial per la glacera que provenia del Nord.

- Fase de retrocés glacial: retirada de la glacera i deposició del material glàcio-fluvial i glàcio-lacustre en una cubeta formada a l'indret de Mulleres i facilitada pel barratge de la glacera de Sant Martí. En aquesta fase s'enregistra una alternança d'aports de dues procedències diferents, del Nord (de la vall de Sant Martí) i del Sud (de la vall del Ginebrell).

Fase d'avenç glacial: deposició del till sub-glacial superior per la glacera que provenia

del Nord.

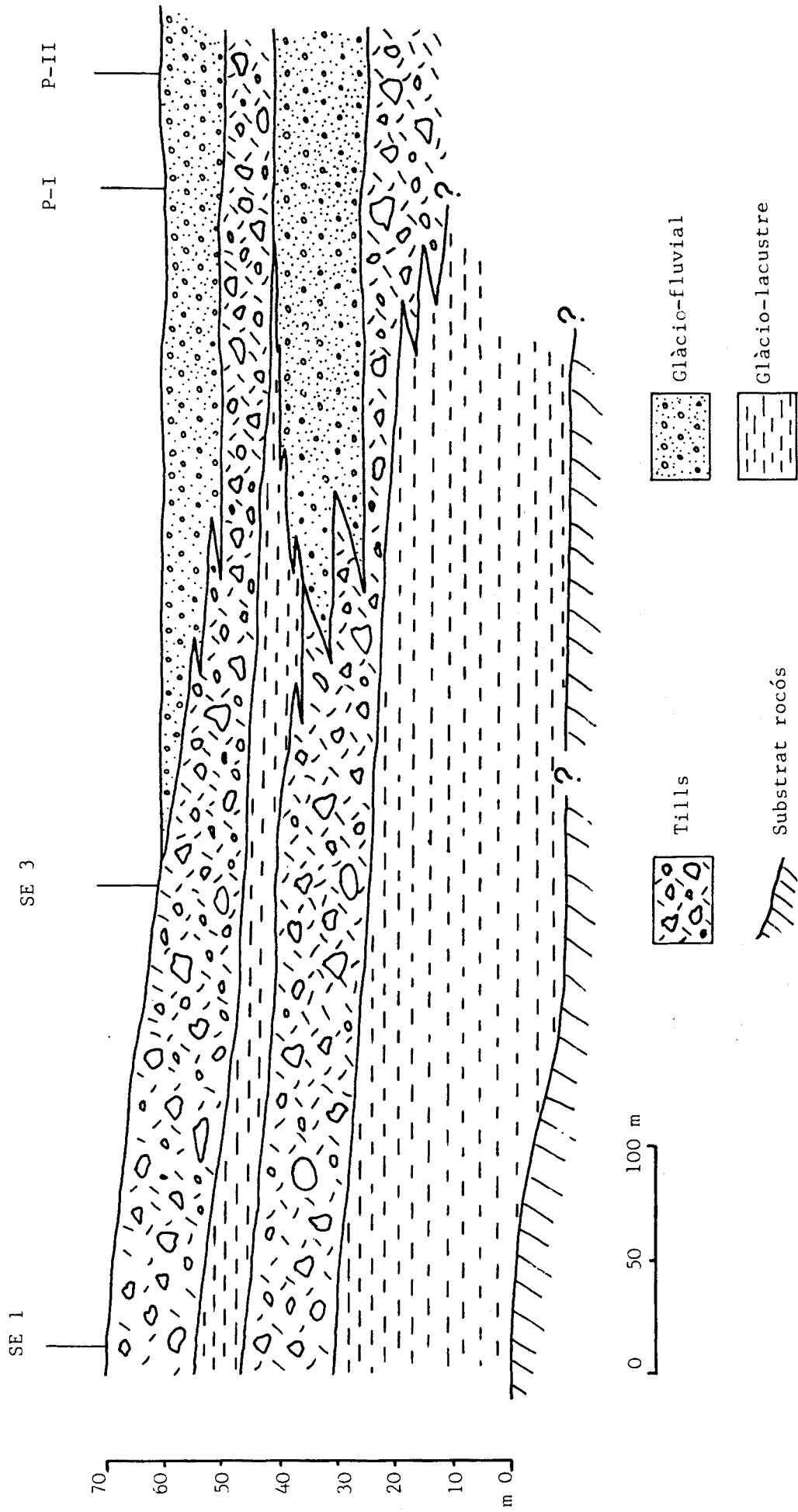
- Fase de retrocés glacial: deposició de les sorres i graves d'ambient pro-glacial provinents de la vall del Ginebrell.
- Assaig de correlació entre les unitats deposicionals de Mulleres

A tall d'interpretació, i tal com s'il·lustra a la figura 30, es pot establir un intent de correlació entre les unitats deposicionals dels perfils geo-elèctrics i estratigràfics de Mulleres. D'aquesta manera, en aquest sector hom detecta una primera fase d'avenç glacial que seria la màxima i en la qual es produiria l'erosió del substrat rocós i la possible deposició de till no enregistrada en els perfils, potser per manca d'aflorament en el cas del perfil estratigràfic, o per confondre's la seva resistivitat elèctrica amb part dels sediments lacustres, en el cas dels perfils geo-elèctrics. Amb posterioritat, i intercalada en sediments que indiquen un retrocés dels fronts glacials, interpreto dues fases més d'avenç glacial. Aquestes dues fases les associo tant a la glacera del Ginebrell com a la glacera que ocupava la zona de la vall de Taüll. Analitzades les característiques dels tills presents en els perfils estratigràfics de Mulleres, opino que aquells van ser depositats per la glacera de Tor, molt més important que totes les altres del Sector, que penetrava a l'interior de la vall de Taüll. Aquesta penetració no exclou que eventualment estés connectada a la de Sant Martí, i a més amb el seu paper d'obturació condicionés la deposició que té lloc en tota aquesta àrea.

- La fase de glaceres de circ a les valls de Sant Martí i del Ginebrell

Una petita fase glacial posterior a totes les

FIG.30 INTERPRETACIO DE LA GEOMETRIA DE LES UNITATS DEPOSITONALS DE MULLERES



P.- Situació perfil estratigràfic SE.- Situació sondeig elèctric

altres esmentades queda enregistrada, a les capçaleres de l'àrea objecte d'estudi per una sèrie de dipòsits associats.

la capçalera del riu de Sant Martí, tant al circ de la Coma del Port de Rus com en el del Moró, un important tapís morrènic de fàcies till sub-glacial cobreix el fons d'ambdós circs fins a la seva boca a 2.300 m. Generalment aquestes acumulacions no es troben en aquells circs on hi ha hagut sobre-excavació; aquest és el cas del circ del Pessó on les cubetes sobre-excavades es troben ocupades per estanys.

A la capçalera de la vall del Ginebrell també es troben dipòsits glacials associats a una fase de glaceres de circ que esdevingué segurament al final del Pleistocè. En aquesta vall, a l'indret anomenat els Bassots, a cota 2000 m, una d'aquestes acumulacions morrèniques fa de barratge a un petit llac que actualment es troba reblert (veure mapa dels dipòsits quaternaris, Fig. IX). Aquests sediments també han estat mostrejats per a estudiar-hi el pol·len i els isòtops del radio-carboni. El tall estudia només té 2,5 m des de la superfície però, malgrat això, presenta força interès, sobretot pel fet de trobar-hi nivells amb restes de fusta i altra matèria vegetal, la qual cosa en facilitarà la datació. A la part superior hom hi troba 1m. de torba massiva i als nivells mitjos i inferiors alternen les lutites de color gris clar amb petits nivells de matèria vegetal. És evident que quan es disposi de les datacions i de les anàlisis palinològiques hom tindrà una bona informació de l'estratigrafia post-glacial d'aquesta àrea.

- La fase de les glaceres rocoses a les valls de Sant Martí i del Ginebrell.

A la capçalera d'ambdues valls, per damunt dels 2.300 m i al peu de parets rocoses orientades al Nord, hom hi troba unes acumulacions de grans blocs angulosos amb

una morfologia lobular i arquejada que correspon a morrenes de glacera rocosa. Aquestes acumulacions que ja han estat comentades al principi d'aquest capítol, recobreixen en alguns llocs les morrenes del que he anomenat fase de glaceres de circ. Les morrenes de glaceres rocoses representen doncs una petita pulsació freda posterior a la darrera glaciació pleistocena. És la fase que SERRAT, D. (1977,1979) anomena Tardi-glacial.

4.2.3. EL SECTOR DE DURRO

Aquesta petita vall, que es troba penjada uns 400 m per sobre de la plana de Barruera a la vall principal, recull les aigües dels dos barrancs que neixen als petits circs del Corrunco i del Cerbí orientats al Nord-Oest.

Referent als dipòsits glacigènics cal dir que en aquesta petita conca hi trobem materials morrènics associats a la glacera de Durro i d'altres relacionats amb la glacera de Tor. No resulta difícil establir aquesta diferència doncs el granit que era transportat i depositat per la glacera de Tor és inexistent en el substrat litològic de la vall de Durro.

Els dipòsits de la glacera de Durro

Observant la morfologia en el curs mig del riu de Durro destaquen enormement en el paisatge dues famílies de morrenes laterals, amb les crestes ben marcades, situades a ambdós cantons de la vall. Els cordons morrènics més externs arriben fins a un replà situat a 1.550 m, mentre que els interns es queden uns 700 m més endarrera a cota 1700 m.

En els talls estudiats d'aquestes morrenes hom observa fonamentalment dues fàcies sedimentàries. A la part

baixa del sediment la composició del mateix consisteix en material clàstic format per graves i algun bloc, que presenten estries i morfometria de clastes treballats sub-glacialment, amb una matriu argilosa a llimosa de color gris-blau. Es tracta d'un till sub-glacial. A sobre d'aquest dipòsit i en la mateixa morrena, hi trobem un material de característiques similars a l'anterior, però amb la diferència que la matriu té un color marró i alguns clastes presenten formes anguloses i litologia local (del vessant). Aquest till, a l'extrem frontal de la morrena, presenta indicis de circulació d'aigua, com ara rentat de fins, llenties de sorres i nivells de graves inclinats cap avall. Es tracta d'un till supra-glacial que, cap a la part més terminal del cordó morrènic, és clarament de fusió ("melt-out").

A partir de la cota 1600 cap avall hom observa blocs de granit dispersos així com algún tall, que l'erosió torrencial ha deixat al descobert, de dipòsits glaciogènics no associats amb els tills de les morrenes abans descrites. Es tracta d'un dipòsit amb abundant matriu lutítica de color gris-blau, força compactada, i amb clastes glacials de tamany predominantment petits, encara que amb blocs aïllats, en la litologia dels quals és present el granit. Aquest sediment que aflora al fons del riuet de Durro i a sota del Planell de Pontirons, també es troba en algun tall de la carretera de Barruera a Durro, encara que, en aquest indret, el dipòsit té un cert contingut en sorres algunes de les quals es presenten en llenties llitades, i la compactació global del dipòsit no és tan elevada. Aquest sediment descrit és un till sub-glacial de tipus "lodgement" en el primer cas, i "melt-out" en el segon i que fou depositat per la glacera de Tor.

- Fases deposicionals del tills de Durro

El control de la sedimentació de materials glaci-

gènics a la vall de Durro ve donat per l'efecte de barratge produït per la gran glacera de Tor que a la vegada que marca un nivell de base local per a la conca de Durro, facilita una sobre-acumulació a l'estil de la que es produí a la vall de Taüll.

Durant l'últim màxim glacial, la glacera de Tor degué estar unida amb la glacera de Durro. Segurament durant aquesta fase es deposita el "lodgement till". A aquest màxim li seguí un petit retrocés glacial que ve marcat per la retirada a una cota lleugerament més baixa de la glacera de Tor deixant com a testimoni un escampall de blocs granítics. Al mateix temps la glacera de Durro retrocedí aigües amunt. Aquest retrocés segurament curt en magnitud i temps, fou seguit d'una prolongada fase d'estabilització de les grans glaceres. Durant aquesta estabilització petits canvis climàtics influïen en la dinàmica de les petites glaceres de la vall (la conca d'alimentació glacial de Durro té només una superfície d'uns 4 km²). La glacera de Durro enregistra al menys dues pulsacions durant aquesta fase, les quals trobem representades per la deposició dels cordons morrènics externs primer i els interns després.

Finalment, a la vall hi ha l'enregistrament d'un esdeveniment posterior a la retirada dels gels glacials, que fou la formació de petites glaceres rocoses a les parts altes. Lògicament aquesta fase té una correspondència genètica i temporal amb la fase de les glaceres rocoses descrita a la vall de Taüll.

4.2.4. LES FASES GLACIALS AL SECTOR DE TAÜLL-ERILL

Per interpretar les fases glacials quaternàries enregistrades en aquest sector cal tenir en compte dues qüestions importants. En primer lloc les diferents fases deposicionals, informació que hom extreu dels sediments

i que ja ha estat analitzada anteriorment. I en segon lloc cal tenir en compte el comportament dinàmic de les diferents glaceres existents a l'àrea analitzada. En aquest sector hi coexistien tres glaceres, una de molt important, la de Tor, que tenia una àrea d'acumulació al voltant de 100 km². Les altres dues glaceres, comparativament amb l'anterior tenen àrees d'acumulació molt petites: la de Sant Martí de 9 km², i la del Ginebrell d'uns 3 km². Davant de petits canvis climàtics les glaceres de petites àrees d'acumulació (i amb posició altitudinal més desfavorable) resulten ser més sensibles que les grans glaceres. En tot cas la resposta dinàmica és molt més ràpida per les glaceres de Sant Martí i del Ginebrell que per la de Tor. Un exemple similar ja ha estat estudiat al Pirineu per VILAPLANA, J.M. (1979) i per VILAPLANA, J.M. i SERRAT, D. (1979) a les Valls d'Andorra. Tenint en compte aquestes qüestions esmentades (dipòsits i dinàmica glacials) en el quadre de la fig.31 he intentat fer una síntesi de les diferents fases glacials detectables en aquesta àrea, tot fent un assaig de correlació entre els fets deposicionals i dinàmics de les glaceres de Tor, de Sant Martí i del Ginebrell. En aquesta síntesi hom pot apreciar vuit fases glacials amb els corresponents enregistraments sedimentaris. Veiem també que aquestes vuit fases es poden resumir en quatre grans fases de més amplia duració pel que respecta a la glacera de Tor. A continuació faré referència concreta a aquestes quatre grans fases, de més antiga a més moderna.

Fase I: Màxim glacial. És el moment de màxima extensió de les glaceres on totes tres es troben unides i on hi ha la deposició dels tills i materials relacionats que es troben més alts topogràficament respecte al fons actual de les valls. (Blocs granítics a 1.800 m a l'àrea de Taüll; morrena d'Erill a 1.800 m; morrena de Taüll).

Fase II: Retrocés seguit d'una inestabilitat en la dinàmica

glacial que comportà dues pulsacions enregistrades. Durant aquest període, les tres glaceres es desconectaren; les de Sant Martí i del Ginebrell retrocediren aigües amunt per les seves respectives valls, mentre que la de Tor no es retirà pas més enllà de Taüll, de manera que seguia mantenint l'obturació de la vall. Posteriorment però, dintre d'aquesta fase, es produïren dos avenços ben marcats de les tres glaceres.

Fase III: Retrocés i estabilització de la glacera de Tor que seguia mantenint l'obturació de la vall de Taüll. És el moment de la deposició de la morrena de Sant Quirç (1.600 m) i del modelat del replà de les bordes d'Erill (1.600 m) a l'altre cantó de la vall. Les dues petites glaceres han retrocedit aigües amunt, i les aigües pro-glacials modelen una petita plana glàcio-fluvial a la vall de Taüll en funció del nivell de base local que marca la glacera de Tor a cota 1.600 m.

Fase IV: Retrocés definitiu vall amunt de la glacera de Tor. Es produeix la incisió fluvial en els dipòsits de la vall de Taüll degut a la variació del nivell de base local.

Durant aquesta quarta gran fase, a les capçaleres de les petites valls s'enregistren unes petites fases glacials, la primera de les quals pot ser en part sincrònica i en part posterior a aquesta Fase IV. Es tracta de la fase de les glaceres de circ.

Finalment i amb posterioritat a les fases de la darrera glaciació pleistocena es produeix una petita pulsació freda d'àmbit local i de característiques molt diferents a les anteriors; es tracta de la fase de les glaceres rocoses anomenada també del Tardi-glacial.

FIG.31 LES FASES GLACIALS AL SECTOR DE TAÜLL-ERILL: ASSAIG DE CORRELACIÓ ENTRE ELS DIPÒSITS.

		SEDIMENTS DEPOSITATS PER LES GLACERES DE:			
		GLACERA DE TOR	GLACERA DE ST. MARTÍ	GLACERA DE GINEBRELL	
TARDI GLACIAL	Dinàmica Glacial				
	V	Petita Pulsació	Morrenes de glacera rocosa circs Port de Rus i Moró	Morrenes de glacera rocosa Port d'Erta	
	IV	pulsació circs Retrocés	Till del circ del Port de Rus la terrassa glàcio-fluvial	Till dels Bassots Glàcio-fluvial	
	III	Retrocés + Estabilització	Blocs morrènics a 1600 m: St. Quirc Replà bordes d'Erill	Glàcio-fluvial superior: terrassa de St. Martí.	superior de Mulleres
		Avenç	Till superior Mulleres	Till superior de St. Martí	Till superior de Mulleres
	II	Retrocés		Glàcio-lacustre intermig	Glàcio-lacustre
		Avenç	Till inferior Mulleres	Till intermig de St. Martí	Till inferior de Mulleres
		Retrocés		Glàcio-lacustre inferior de St. Martí	Mulleres
	I	Màxima	Morrenes i blocs a 1800 m: Morrena Taüll Morrena Erill	Till inferior de St. Martí (?)	

4.3. LES CUBETES DE FONTS DE VALL

En el present capítol hom tractarà uns sectors de les valls de la Noguera Ribagorçana i de la Noguera de Tor que han tingut una relevància especial durant l'evolució quaternària d'aquestes contrades. Es tracta de dos trams del curs mig d'aquestes altes valls pirinenques que tenen una configuració de corredor de més de cinc quilòmetres de llargada per menys d'un d'amplada, amb els vessants força verticalitzats i el fons pla. Morfològicament, hom diria que es tracta d'una artesa glacial que ha sigut reblerta per sediments que li han configurat una topografia plana en el seu fons i una parcial degradació dels vessants que indica una certa tendència a la regularització.

Els dos exemples trobats a l'àrea objecte del present treball estan situats a l'altura del poble de Bono per a la vall de la Noguera Ribagorçana, i del poble de Barruera per a la vall de la Noguera de Tor. És per això que els he anomenat amb els noms de cubeta de Bono i cubeta de Barruera respectivament. El nom de cubeta no es deu únicament a llurs característiques geomorfològiques, sinó també al paper d'ambient deposicional lacustre que poden haver jugat durant algun moment dels temps quaternaris.

Ja s'ha comentat en el capítol 3.2 el fet que durant el Quaternari existiren una sèrie d'ambients lacustres de domini pro-glacial que ocupaven, en el Pirineu, importants cubetes d'erosió glacial. MEY (1968) cita, al parlar dels aconeteixements post-glacials, el rebliment de llacs formats per les aigües de fusió glacial en els fons de vall impermeables (en zones de sobre-excavació glacial), situats al darrera de llindars rocosos importants. Com a exemple posa el de l'àrea de Bono, al nord del llindar de

calcàries "Griotte" de la Formació Mañanet, situat a les proximitats del poble del Forcat. També fa referència al llindar de Cardet en el mateix sentit que pel cas anterior.

Fins al present, totes aquestes asseveracions resten al terreny de les hipòtesis, ja que no hi ha cap aflorament que posi de manifest materials lacustres infrajacents als al.luvions recents, ni tampoc es disposa de cap sondeig realitzat en alguna d'aquestes cubetes i del qual es coneguin les dades. Així doncs, aquestes hipòtesis, complement lògiques d'altra part, es fonamenten en criteris morfològics i en comparacions d'exemples similars en d'altres serralades com ara els Alps. És àmpliament coneguda l'existència dels "overdeepened basins" a la plana suïssa als quals se'ls atribueix una gènesi d'excavació glacial (SCHLUCHTER, Ch. 1979). Aquestes sobre-excavacions als Alps són força considerables; per exemple, a la cubeta de Belp al sud de Berna s'ha comprovat que és de l'ordre de 285 metres. TRICART, J. (1962) parla d'aquestes sobre-excavacions dient que al vessant nord dels Alps tenen profunditats que oscil·len entre els 100 i els 200 m, i al vessant Sud, entre 300 i 400 m de màxima; posa diversos exemples, entre ells el llac Léman a Ginebra amb una sobre-excavació de 255 m. Moltes d'aquestes sobre-excavacions són tan importants que en molts casos el substrat del fons de la cubeta es troba per sota el nivell del mar actual; per exemple STURM and MATTER (1978) en el seu estudi del llac de Brienz a Suïssa, el situen en una cubeta on la màxima profunditat del substrat rocós és de 860 m, uns 300 m per sota el nivell del mar; el gruix de sediments pleistocens i holo-cens a la mateixa cubeta és de 600 m.

Per estudiar les cubetes de Bono i de Barruera s'ha realitzat un reconeixement de la geologia superficial, on s'han diferenciat formes, dipòsits i substrat en el context geomorfològic (Fig.33) Per altra banda, amb la deci

FOTO 60 - Vista general des del Nord de la cubeta de Barruera. La fletxa indica el replà de les bordes d'Erill, a la morrena lateral.

FOTO 61 - Vista cap al Nord de la cubeta de Bono, des del poble d'Estet. La fletxa indica el llindar de Senet.

FOTO 62 - La morrena de l'Artga, situada 500 metres per damunt de la plana de Bono.



60



61



62

siva col.laboració del Dr. A. Casas s'han realitzat una sèrie de sondejos elèctrics verticals pel procediment convencional, on s'ha calculat la resistivitat elèctrica dels materials del subsòl al pas d'una corrent contínua. Els objectius han estat dobles: per una banda, el delimitar la profunditat del sòcol rocós que geo-elèctricament és molt més resistiu que els sediments incoherents, i per altr banda, el de diferenciar diversos horitzons de resistius que, lògicament, han de correspondre a diferents unitats de sediments. Amb el resultat de cada sondeig he elaborat uns perfils longitudinals i uns altres de transversals a les respectives cubetes, on he intentat correlacionar les diferents unitats geo-resistives, a la vegada que he proposat un perfil (longitudinal i transversal) de la topografia del substrat rocós en ambdues cubetes. En una segona etapa, he intentat relacionar les unitats geo-resistives amb litofàcies determinades, seguint els mateixos criteris utilitzats pels perfils geofísics de Mulleres, i ajudat per la realització d'un tarat de resistivitats elèctriques sobre litofàcies conegudes. Posteriorment, i a tall d'hipòtesi de treball, he procurat atribuir diferents fàcies genètiques a les litofàcies interpretades.

4.3.1. LA CUBETA DE BONO

La cubeta de Bono és una depressió de fons pla de 5 quilòmetres de llargada per uns 600 metres d'amplada, situada entre 1000 i 1.100 m d'altura, i que ocupa un segment de l'alta vall de la Noguera Ribagorçana, limitada al Nord per l'estret de Senet i al Sud pel llindar de Forcat. Els vessants que limiten la cubeta estan força verticalitzats, essent en la part mitja i superior parets rocoses que li configuren una morfologia de vall glacial. Les roques que configuren el substrat rocós de la cubeta són quasi totes devonians i estan constituïdes per calcàries i pissarres, d'on cal destacar l'existència d'un cos de

roques cristal·lines d'aspecte de corneana ("Silicified hornfelses" segons MEY, 1968) generades pel metamorfisme de contacte produït per la proximitat d'un cos intrusiu tardihercinià associat a la granodiorita de la Maladeta. És en aquests materials, que estan atravesats per nombroses dics de pòrfirs, on hi ha importants mineralitzacions de plom explotades a les mines de Cierco. Al Sud de la cubeta afloren les calcàries "Griotte" del Devonià superior que configuren el llindar rocós de Forcat, i per sobre d'elles hi ha restes de pissarres micàcies carboníferes. També cal dir que a les parts altes d'ambdós vessants de la cubeta de Bono i lligat amb el gran encavalcament de Senet (MEY, 1968), aflora una franja de materials vermells (lutites i gresos) de la fàcies Buntsandstein segons el mateix autor abans citat.

i que configuren el seu fons pla són presumiblement d'edat quaternària (sempre que admetem que l'excavació de la mateixa ha estat glacial). Hom pot suposar també que hi ha d'ha ver unitats de fàcies diferents, de les quals només aflora la més superior i que està constituïda per còdols, graves i sorres fluvials. Aquests materials que configuren la plana al·luvial actual i sub-actual es troben recoberts per importants cons de dejecció que corresponen als barrancs que drenen les aigües de les petites conques laterals de la cubeta de Bono. Els dos cons més desenvolupats són el del barranc d'Estet, a la riba dreta de la Noguera, i el dels barrancs de l'Artiga, a la riba esquerra. Aquests torrents aprofiten els materials de les morrenes laterals per a construir els seus respectius cons de dejecció, la deposició dels quals cal suposar que és sincrònica amb el rebliment de la cubeta. També cal destacar el con de dejecció del riu de Llauset el qual es troba escapçat en la seva part distal, a conseqüència de l'acció erosiva de la Nogue-

GEOMORFOLOGIA DE LA CUBETA DE BONO
Llegenda de la Fig.33_

- 1 Al.luvions actuals
- 2 Al.luvions subactuals (nivell de 1-3 m)
- 3 Esbaldregalls de vessant
- 4 Dipòsits morrènics
- 5 Substrat rocós
- 6 Riu, torrent
- 7 Con de dejecció fluvio-torrencial
- 8 Nivell de terrassa juxta-glacial
- 9 Barra rocosa
- 10 Paret rocosa
- 11 Llindar rocós
- 12 Escombrera
- 13 Mina
- 14 Sondeig elèctric vertical

FIG.33 - ESQUEMA FOTO-GEOMORFOLÓGIC DE LA CÚBETA DE BONO



ra Ribagorçana durant l'avinguda de 1962.

a) Les morrenes laterals de la cubeta de Bono

En els vessants de la cubeta i sobretot en les entrades dels torrents laterals hom hi troba acumulacions de material morrènic de vegades representat tan sols per blocs de granit escampats en el vessant, altres vegades es tracta d'importantes acumulacions de tills. Al barranc d'Estet s'hi troben grans acumulacions de blocs morrènics de granit fins a 1.500 m, uns 500 metres sobre el fons de la vall principal. A més dels blocs hi ha una important extensió de morrena, però malauradament no hi ha cap aflorament que permeti veure les característiques del till.

Situat just al darrera del llindar de Forcat, entre aquest i la central de Bono hi ha un dipòsit situat a uns 15 m per sobre del nivell actual del riu. Es tracta d'un dipòsit format per còdols i blocs amb matriu sorrenca. Presenta una gran heterometria, així com nivells de graves i sorres ben llitades, amb estructures de laminació creuada en algú cas, moltes d'elles deformades. Sembla clar per aquestes característiques que es tracta d'un till supra-glacial de fusió, depositat a la part frontal de la glacera i que correspondria a una fase de retrocés glacial.

La morrena de l'Artiga.

Al barranc de l'Artiga hi trobem una important acumulació de material morrènic, amb un tall de més de 100 m de potència, que correspon a la morrena lateral esquerra de la glacera de la Ribagorçana.

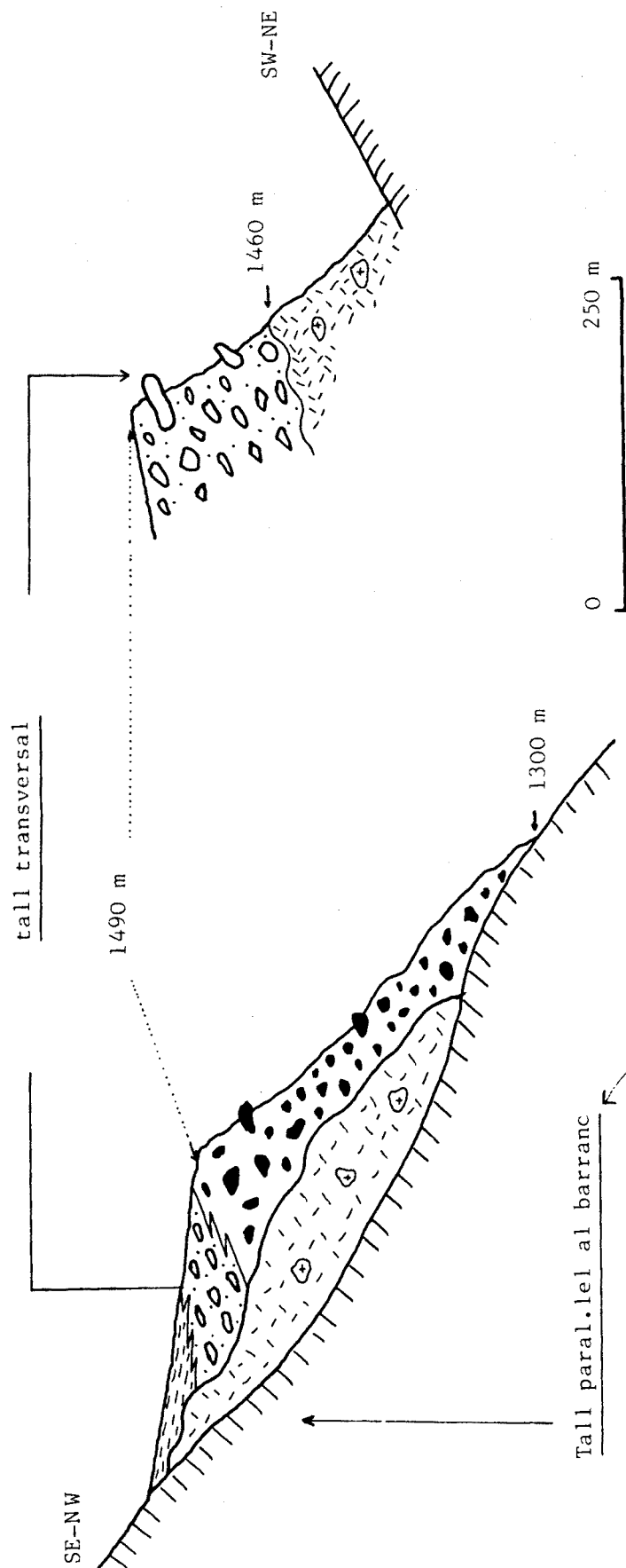
Aquest dipòsit presenta dues unitats ben diferenciades de la base al sostre (Fig.34). A la part inferior hi trobem un sediment de color rogenc constituït per graves

i còdols subangulosos en una matriu llimosa molt compactada. La litologia dels clastes està majoritàriament representada per materials del Buntsandstein, encara que també hi ha algun pòrfir i calco-esquist, tots ells corresponen a la roca aflorant a la capçalera del barranc. A més però cal destacar un fet molt important, que és la presència de còdols de granit a l'interior del sediment. Per altra banda la part superior d'aquesta acumulació és completament diferent de l'inferior. Esta formada per grans blocs de granit subarrodonits en una matriu lutito-arenosa de color gris clar. A mida que seguim el tall cap a l'interior del barranc, la litologia dels blocs deixa de ser granítica i passa a ser local (calco-esquistes, gresos i limolites del Bunts, etc.) i presenta una estructuració en plans on els blocs es disposen contra el vessant. La superfície de tota aquesta acumulació, a cota 1.500 m, forma un gran replà (terrassa juxta-glacial).

La interpretació genètica d'aquestes dues unitats és molt interessant doncs pot furnir molt bona informació referent a la dinàmica de la glacera. Tenint en compte que la conca del barranc de l'Artiga mai no ha sofert una dinàmica glacial, cal interpretar els materials de la unitat superior com un till supra-glacial amb influència d'aports locals, depositat per la glacera de la Ribagorçana. En canvi els materials de la unitat inferior tenen una fàcies clara de dipòsit de vessant. El més important però és el fet que aquests contenen granits que només poden provenir d'una morrena antiga, degradada per la dinàmica del vessant, i que hauria estat depositada per la glacera de la Ribagorçana en una fase, o potser glaciació(?) anterior a la del till superior.

b) Les unitats geo-resistives del rebliment de la cubeta de Bono: la seva interpretació com a litofàcies.

FIG.34. TALLS DE LA MORRENA DE L'ARTIGA



Dipòsits de vessant moderns



Dipòsits de vessant antics; contenen còdols granítics



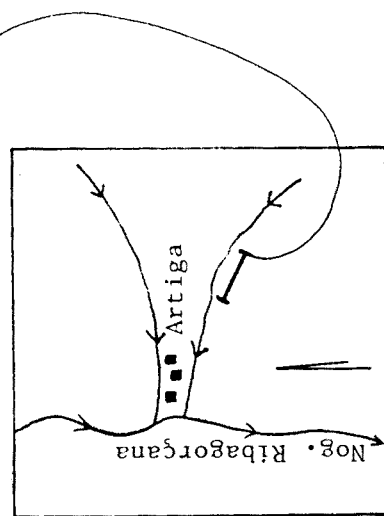
Till supra-glacial



Till sub-glacial



Substrat rocós



El sòcol resistiu

Correspon al contrast de resistivitats entre els sediments i el substrat rocós. Tenint en compte aquestes mesures, i que el resultat pot tenir un error de $\pm 10\%$ sobre la mesura obtinguda, donat per les característiques d'aquest mètode de prospecció, en el sondeig 2 de Bono és on s'ha detectat la màxima fondària del substrat (213 m) respecte a la superfície topogràfica de la plana al·luvial actual. Aquest valor ens dóna també la potència màxima dels sediments (pleistocens + holocens) que omplenen la cubeta de Bono. La fondària més petita s'ha enregistrat al sondeig 1 de Forcat (71,7 m), just 300 m abans del llindar rocós que tanca la cubeta. Correlacionant les diferents mesures hom pot veure la geometria en perfil longitudinal del sòcol de la cubeta (Fig.38). De la mateixa manera s'han obtingut els perfils transversals (Figs.36 i37) els quals han estat completats amb la topografia actual dels vessants de la cubeta. Així doncs podem veure una morfologia d'artesa glacial (sobretot en el perfil transversal de Bono) excavada en una fase d'erosió glacial intensa que modela un perfil de sobre-excavació típic, (comparar els perfils longitudinals d'aquesta cubeta amb la del llac de Llauset).

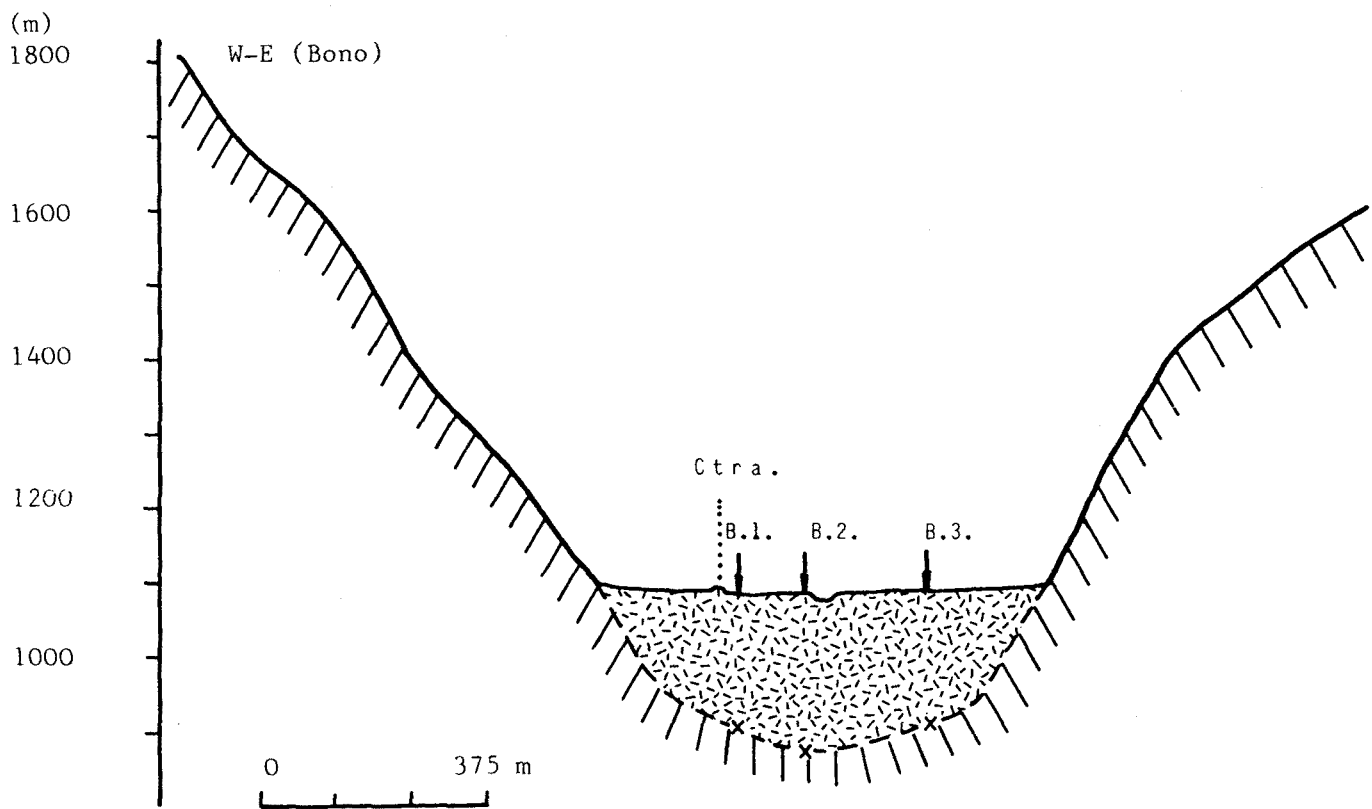
Sediments amb resistivitats baixes


Aquesta unitat agrupa un cos sedimentari molt potent que es troba en contacte amb el fons de la cubeta; la seva resistivitat es de l'ordre de 200 ohm/m en els sondejos de Bono, i de l'ordre 100 ohm/m en els situats més a la vora del llindar de Forcat. La potència d'aquesta unitat geo-resistiva és màxima en el sondeig B-2 (180 m) i és mínima en el F-1 (65 m).


Referent a la seva interpretació com a una litofà

FIG.35. PERFILS TRANSVERSALS DE LA CUBETA DE BONO (TOPOGRAFIA SUBSTRAT)

a



 Sediments quaternaris

 Substrat paleozoic

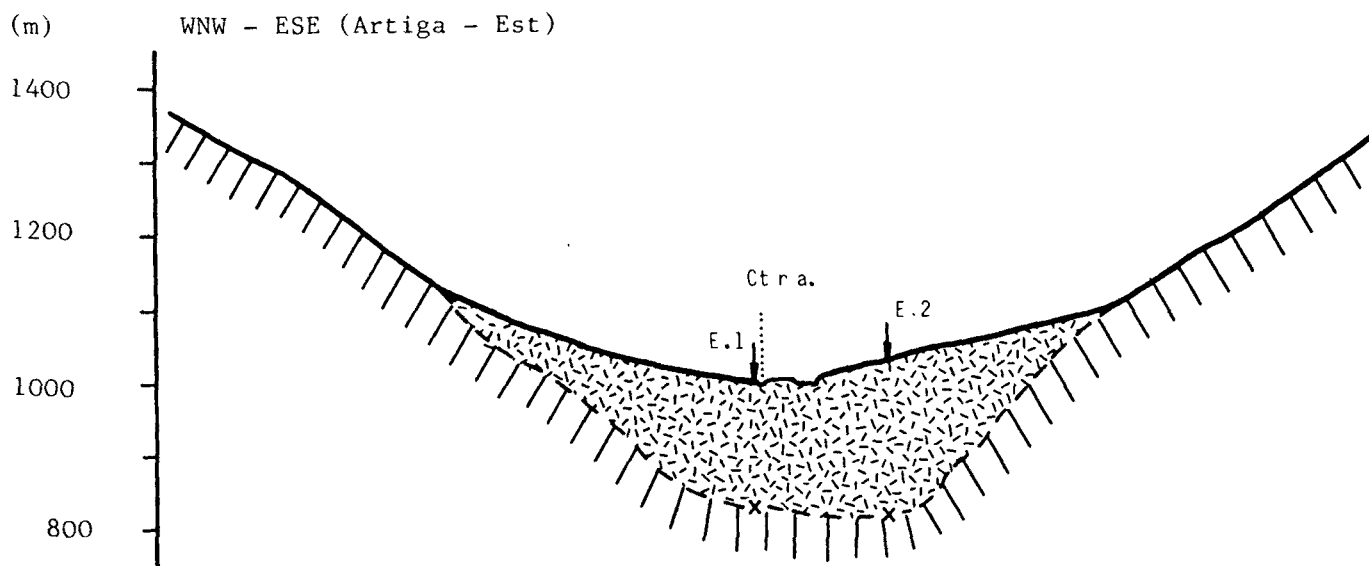
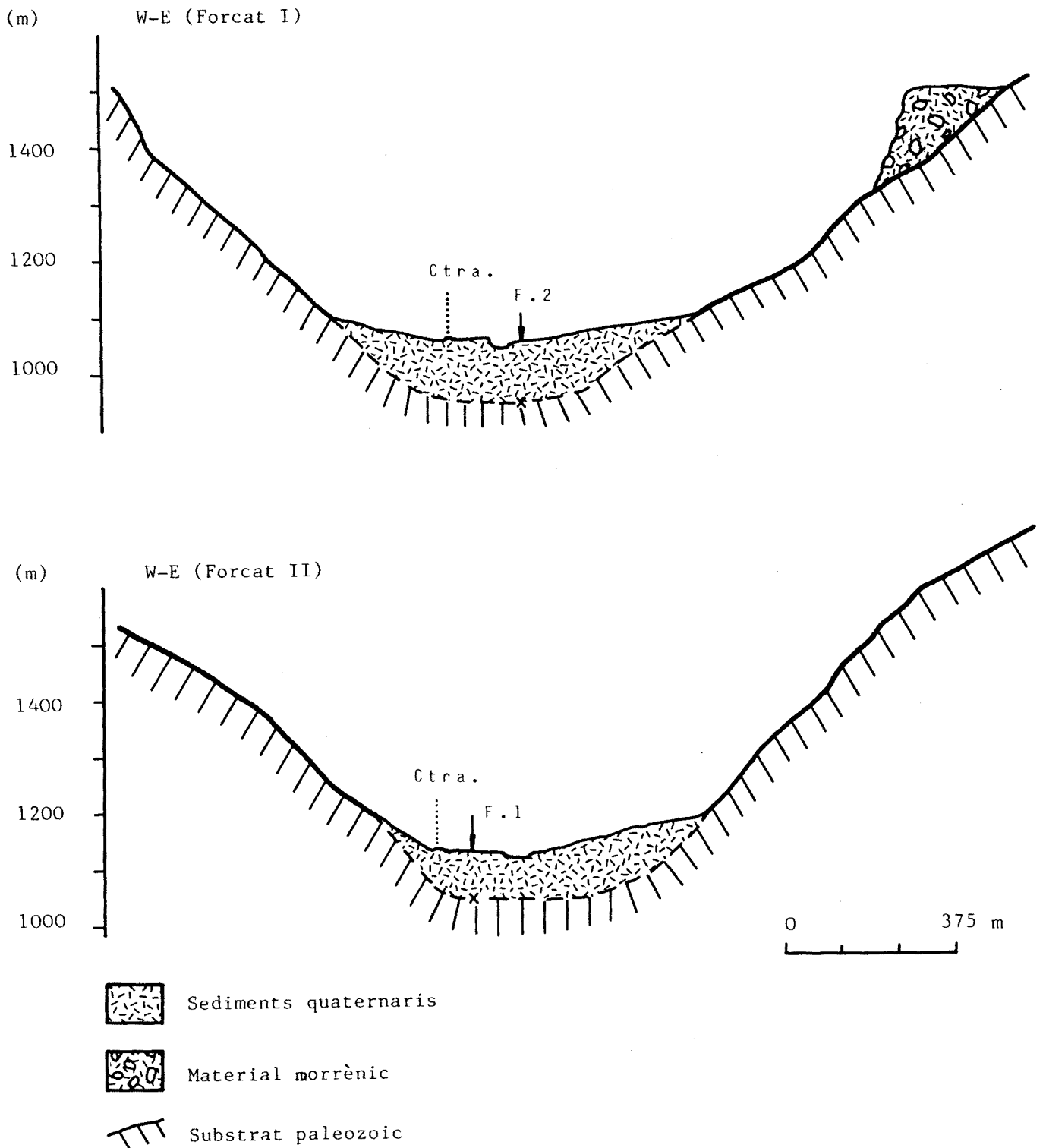


FIG.35b PERFILS TRANSVERSALS DE LA CUBETA DE BONO (TOPOGRAFIA SUBSTRAT)



cies determinada, no deixa de tenir un cert risc en el sentit interpretatiu que establir aquesta equivalència comporta. De totes maneres, en funció del model sedimentari que una cubeta d'aquest tipus representa, i en funció també de les interpretacions fetes en els perfils geo-elèctrics de Mulleres (Taüll) i de les resistivitats mesurades directament sobre sediments de naturalesa coneguda, hom pot dir que aquesta unitat inferior pot correspondre a un sediment fonamentalment lutític. Es possible que hi hagi algun tram amb clastes dispersos del tipus diamictita compactada amb suport de la matriu com les descrites a la formació de Lles^utui. Genèticament però m'inclino a pensar que es tracta d'una unitat sedimentària lacustre.

Cal dir que a les zones superficials es detecta algun tram amb resistivitats semblants. En aquests casos però es tracta de llims de decantació al·luvial, associats a la sedimentació fluvial recent.

Sediments amb resistivitats mitges.

Aquesta unitat agrupa un cos sedimentari situat al damunt de l'anterior, i que presenta gruixàries que van des dels 30 m al sondeig B-3 fins a menys de 10 m en els altres sondetjos propers al llindar de Forcat. En tot cas però la potència d'aquest nivell té una marcada irregularitat condicionada fonamentalment pel contacte no planar (pot ser erosiu) la unitat inferior. Les resistivitats que presenta aquest tram són de l'ordre de 300 a 550 ohm/m.

La litofàcies atribuïble a aquesta unitat, per comparació amb les de Mulleres, pot estar constituïda per un dipòsit compactat, amb presència de fins però amb certa abundància de les fraccions més grosses. De totes maneres en aquest cas les resistivitats d'aquesta unitat corresponen en els sondatges E-1, E-2 i F-2 als materials

FIG.36 PERFIL GEOELECTRIC TRANSVERSAL DE LA CUBETA DE BONO

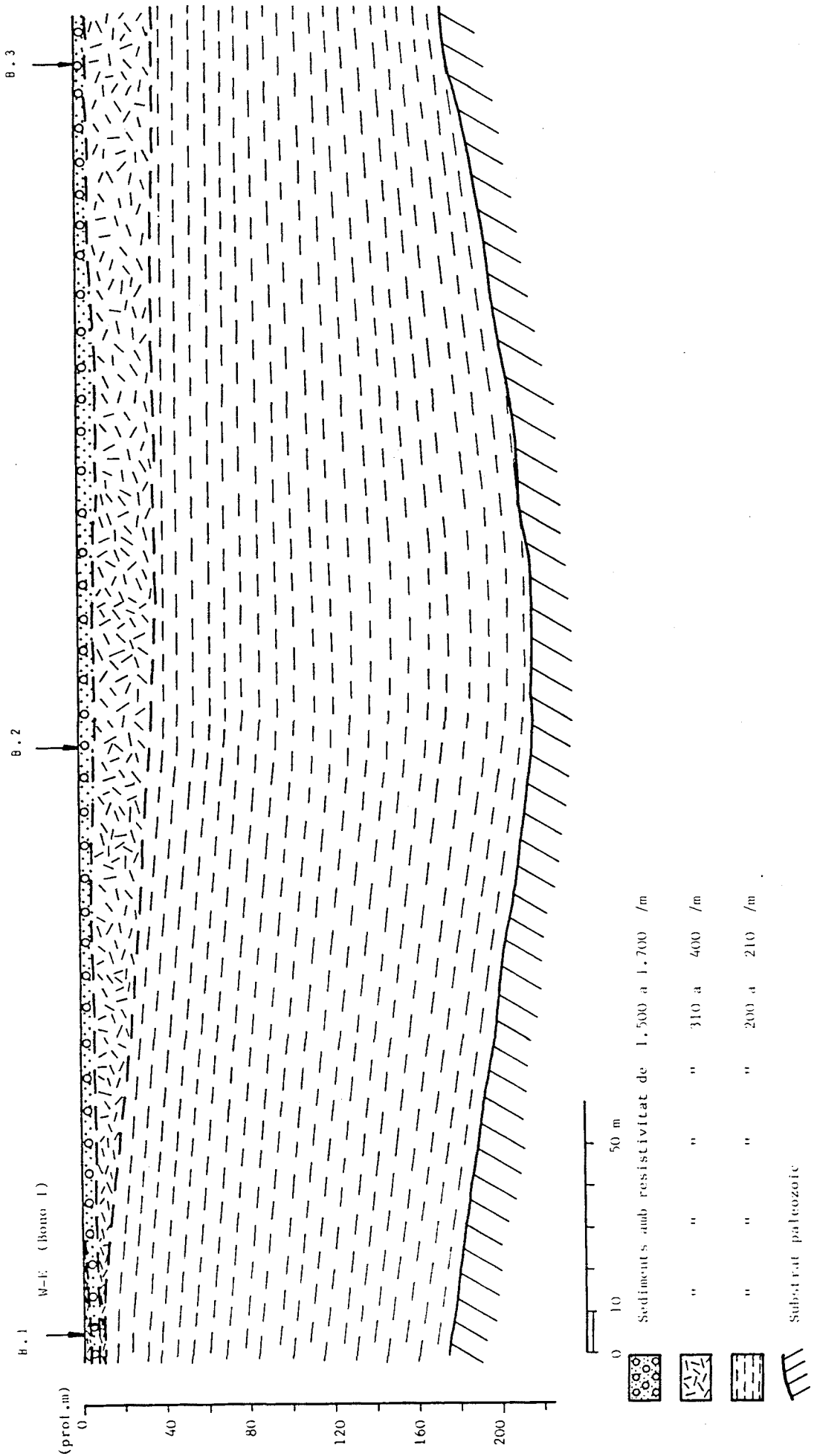
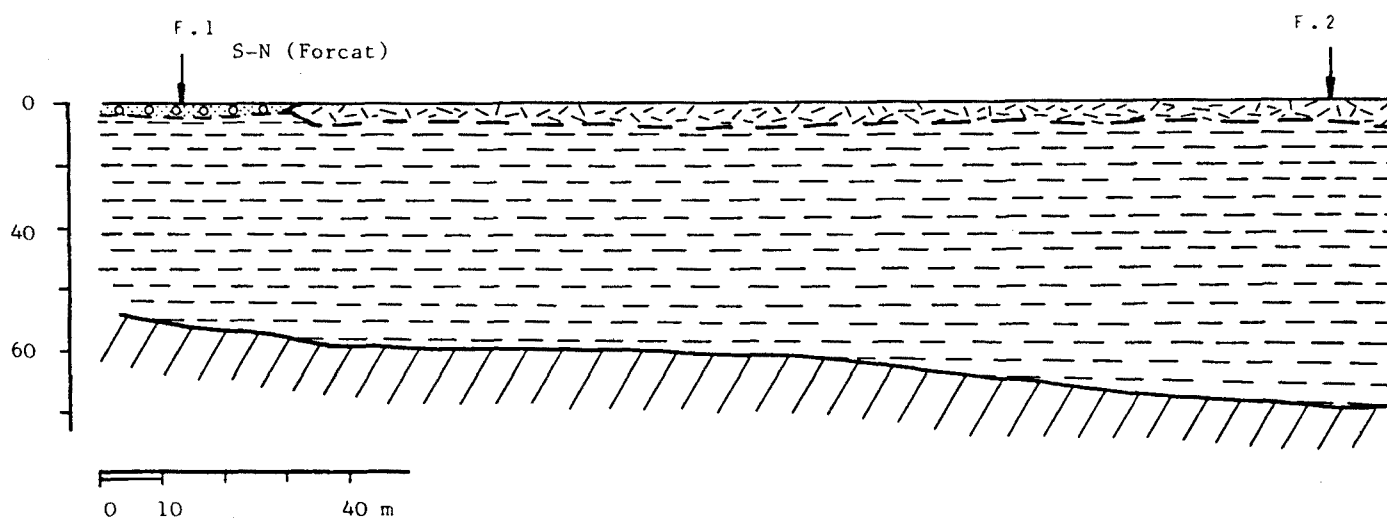
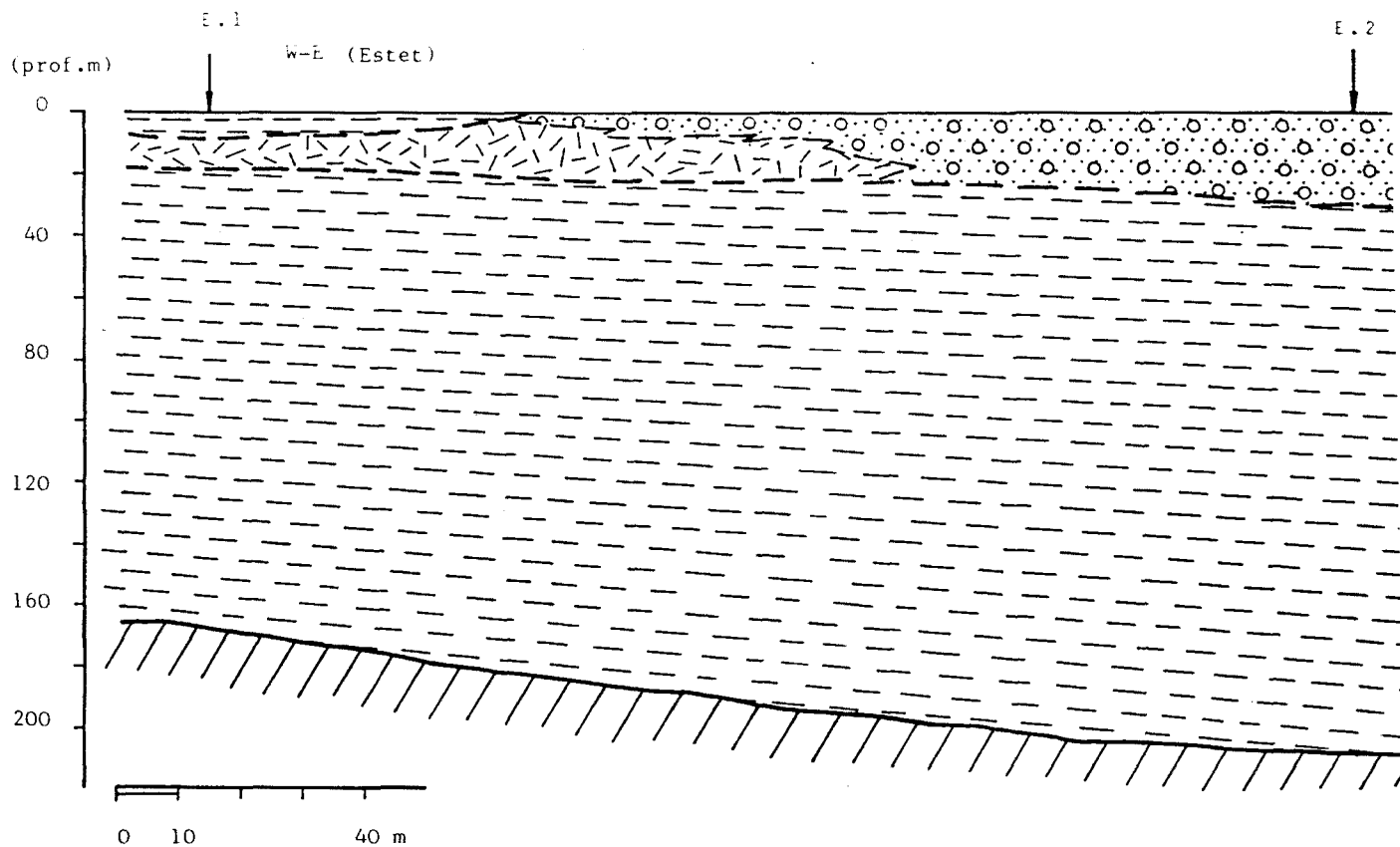


FIG.37.- PERFILS GEOELÈCTRICS PARCIALS, TRANSVERSAL (ESTET)
I LONGITUDINAL (FORCAT) DE LA CUBETA DE BONO







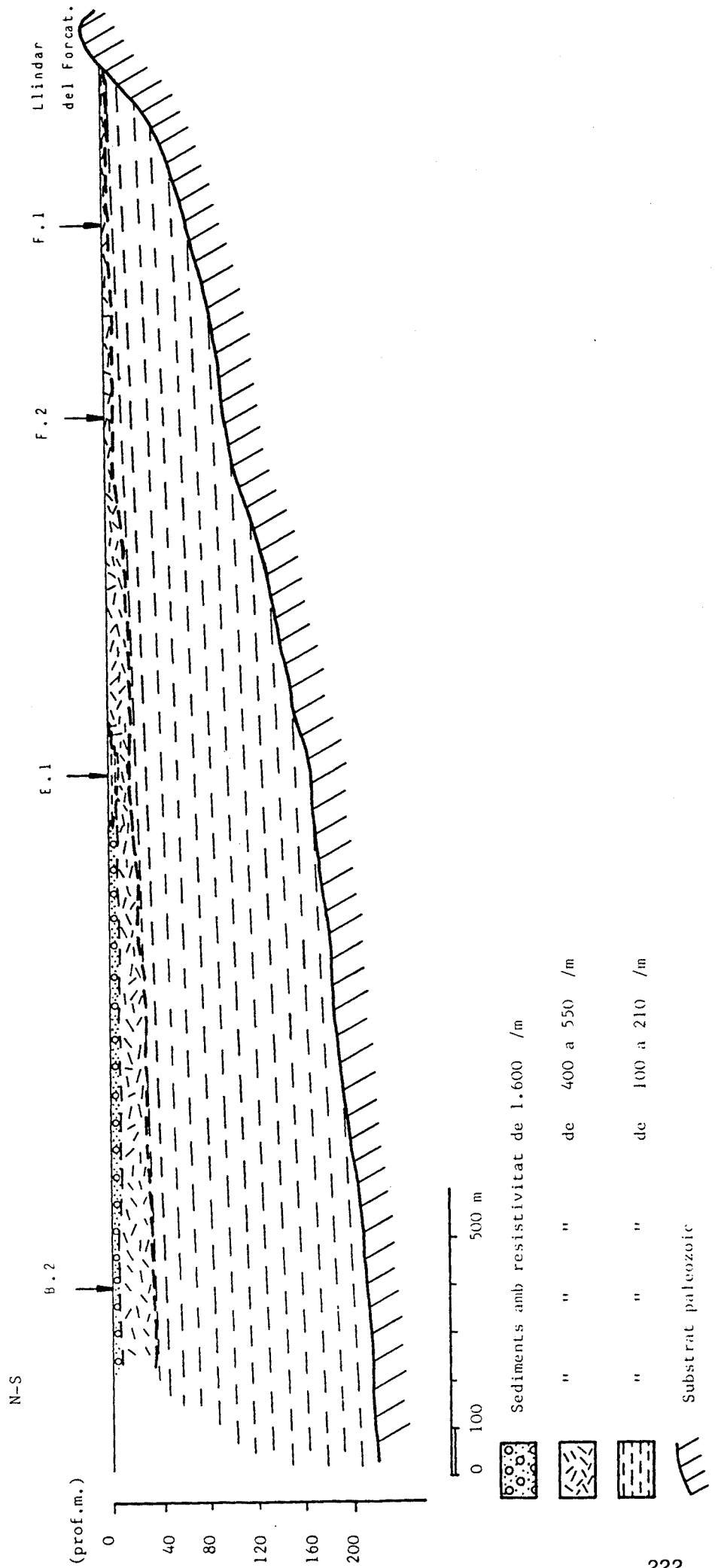
-  Sediments amb resistivitat de 900 a 950 /m
-  " " " " 550 /m
-  " " " " 65 a 150 /m
-  Substrat paleozoic

FIG.38-PERFIL GEOELECTRIC LONGITUDINAL DE LA CUBETA DE BONO



dels cons de dejecció d'Estet i de l'Artiga, la qual cosa ens configura una litofàcies com la proposada més amunt. A nivell d'interpretació genètica la cosa esdevé un xic més problemàtic, perquè si a la part d'Estet i Forcat aquest tram sembla clar que correspon als sediments dels cons de dejecció flúvio-torrencials, al perfil de Bono (Fig.36) aquest fet ja no és així. En els sondejos de Bono, comparant-los amb els resultats de Mulleres, aquest tram intermig podria correspondre a materials morrènics; ara bé, això seria difícil d'admetre sense existir una correspondència amb els altres sondejos aigües avall. A tall d'interpretació genètica crec més coherent el fet d'admetre que aquest tram intermig correspon a les fàcies flúvio-deltaiques del rebliment final de la cubeta lacustre.

Sediments amb resistivitats elevades.

Són aquells que ocupen la part superior del rebliment de la cubeta. Les resistivitats són de l'ordre de 1.500 a 1700 ohm/m. Aquestes mesures són coherents amb la litofàcies que aflora superficialment : blocs i graves amb sorres que corresponen als dipòsits al·luvials sub-actuals de la Noguera Ribagorçana. La potència d'aquest tram a l'alltura del perfil de Bono, que és potser on més ben representat està, és de l'ordre de 7 m. Més avall aquest resistiu va desapareixent i sembla que passa lateralment al resistiu del tram mig; això es veu bé en el perfil transversal d'Estet. Això podria ser interessant per dir que les unitats mitja i superior són ambdues d'origen fluvial però corresponents a dinàmiques diferents. Cal ser però molt cautelós en aquestes asseveracions.

4.3.2. LA CUBETA DE BARRUERA

Aquesta cubeta és una depressió allargada en el sentit de la vall, d'uns 5 quilòmetres, amb el fons pla

i una amplada d'uns 800 m. La cota de la plana es situa al voltant dels 1.100 m. Al sudest de Barruera i parcialment cobert per l'embassament de Cardet, l'estret del mateix nom tanca la cubeta; a l'altre extrem, el llindar rocós de Boí-Erill, marcat per uns dics de quars en els quals el riu s'hi ha incidit uns 60 m.

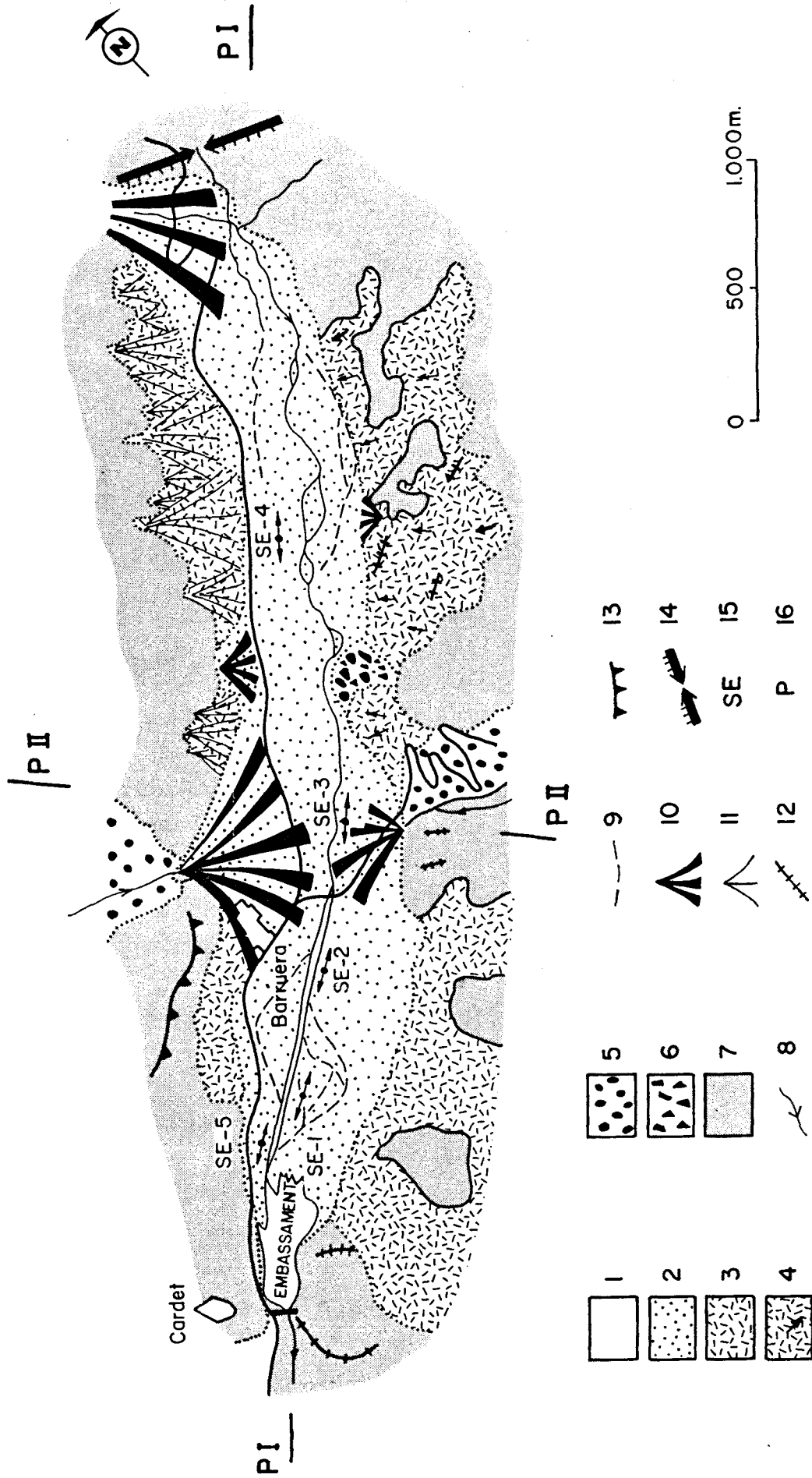
Referent al substrat rocós dels vessants i base de la cubeta, segons les dades de MEY (1968), entre Erill i Barruera la litologia del vessant dret està constituïda per granodiorita corresponent a una apòfisi del batòlit de la Maladeta. Al vessant esquerra que pertany a la muntanya del Muro (2083m) els materials són esquistes i gresos del Cambro-ordovicià. Entre Barruera i Cardet la litologia dels vessants canvia i es troba constituïda per pissares i Calcàries del Devonià inferior (Formació Rueda segons MEY, 1968), en les quals s'intercalen nombrosos dics de pòrfirs.

A l'igual que per la cubeta de Bono, els materials sedimentaris que la rebleixen i que configuren el seu fons pla, es suposen d'edat quaternària. Més endavant s'analitzaran les diferents unitats de sediments de reblliment, en funció de la seva resistivitat elèctrica. Pel que fa als materials que formen la plana al·luvial subactual, es tracta de graves amb sorres cobertes per llims i sorres fines, sobre els quals s'ha produït l'incisió de la llera actual ($\approx 1m$) en la qual hi ha una predominança de còdols. Aquesta plana es troba parcialment recoberta, en les zones marginals, pels cons de dejecció fluvio-torrencials de les petites conques tributàries que queden penjades a sobre de la vall principal. a la cua de la cubeta hi trobem el con d'Erill, d'elevat pendent, que queda encaixat al davant del llindar rocós d'Erill - Boí. El con del barranc de Barruera es troba a mitja plana, a l'indret del poble del mateix nom; en extensió és el més gran de tots els cons de

LLEGENDA DE LA FIG.39_

- 1.- Embassament.
- 2.- Al.luvions.
- 3.- Esbaldregalls de vessant relictos.
- 4.- Esbaldregalls de vessant funcionals, : tartera (gelivació + gravetat).
- 5.- Dipòsits morrènics.
- 6.- Desprediment de roca.
- 7.- Substrat rocós.
- 8.- Riu.
- 9.- Canal fluvial abandonat.
- 10.- Con de dejecció fluvio-torrencial.
- 11.- Con d'esbaldregalls funcional: tartera (gelivació + allaus + gravetat).
- 12.- Barra rocosa.
- 13.- Paret rocosa.
- 14.- Llindar rocós.
- 15.- Sondeig elèctric vertical.
- 16.- Direcció de perfil realitzat.

FIG.39 -ESQUEMA FOTO-GEOMORFOLÓGIC DE LA CUBETA DE BARRUERA



la cubeta , i a l'igual que els demés, retreballa materials morrènics que la glacera de Tor havia depositat a la petita conca lateral. En el cas del barranc de Barruera hom troba material morrènic a 1.610 m, i a cota 1.590 m aquell presenta una morfologia de terrassa juxta-glacial (degradada per l'erosió). Pel que fa al con de dejecció de la vall de Durro, situat en front de l'anterior, ja han estat comentades anteriorment (Cap. 4.2.3.) les característiques (geomorfologia i dipòsits) d'aquesta petita vall glacial. En definitiva els tres grans cons de dejecció de la cubeta de Barruera (Erill, Barruera i Durro) s'han edificat a expenses de la degradació torrencial de les morrenes laterals.

Els vessants de la cubeta de Barruera tenen un fort pendent, presenten aflorament rocós a la part superior i importants acumulacions d'esbaldregalls a les parts mitges i inferiors (veure Fig.39). Cal destacar, en el vessant on la roca és granítica, un important diaclasat, de la roca en el qual s'hi han modelat nombroses canals d'allaus (i de torrenteres) al peu de les quals s'hi han generat nombrosos cons d'esbaldregalls. El vessant del Muro, enfront de l'anterior, es veu recobert per un important mantell d'esbaldregalls que configura una sèrie de tarteres moltes d'elles actives actualment. Aquesta evolució en certa manera anòmala d'aquest vessant, respon a unes causes que han estat esmentades en el Capítol 2 i que es relacionen amb un moviment gravitacional de la massa rocosa cambro ordoviciana del Muro. El vessant del bosc de Durro es troba tot ell molt fixat per la vegetació. Hi ha un important mantell d'esbaldregalls (en part de la roca del vessant i en part de morrenes degradades). Cal citar que en aquest mateix vessant, i a la part baixa d'alguna de les petites torrenteres que el solquen, es formen travertins (a partir de les aigües que provenen del Devonià carbonàtic). Aquests travertins han estat explotats en temps recents, i molts d'ells han estat utilitzats per restaurar

els capitells i altres peces de les esglésies romàniques de la vall que s'haurien malmès.

Les unitats geo-resistives del rebliment de la cubeta de Barruera: la seva interpretació com a litofàcies.

Dels 5 sondatges realitzats a la cubeta, dos, - els nº 1 i 2, han hagut de ser rebutjats, degut a problemes amb la part d'energia que van repercutir negativament en el resultat de les mesures. Els altres tres sondatges elèctrics varen resultar excel·lents, la qual cosa ha permès d'establir una bona correlació entre ells, a partir del contrast de resistivitats elèctriques.

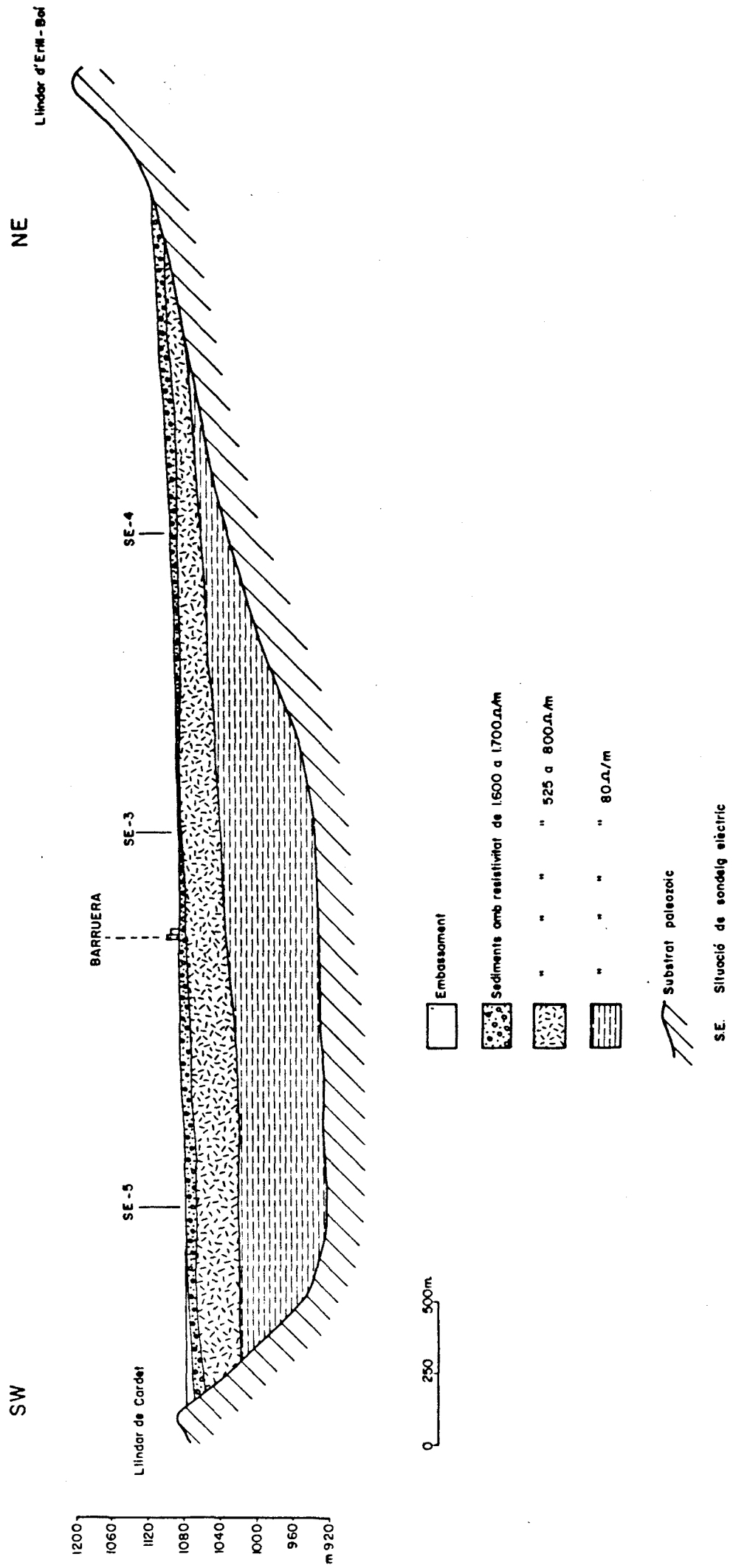
El sòcol resistiu

Resulta clar el contrast resistiu que ofereix el substrat rocós paleozoic respecte als sediments de rebliment. Considerant un error en l'obtenció de fondàries al voltant del 10% , el sòcol resistiu (substrat rocós) presenta la seva màxima fondària calculada, en el sondeig 5 on el trobem a 158 m. Aigües amunt, la fondària de la cubeta disminueix, així en el sondeig 4 trobem el sòcol a 60 m. A partir d'aquestes dades geofísiques i de la topografia superficial del substrat rocós (llindars, vessants, etc), s'ha realitzat un perfil longitudinal i un altre de transversal on s'interpreten entre, altres coses, la morfologia dels fons de cubeta i el gruix de sediment de rebliment de ^{la} mateixa. Crec que queda clarament reflectida la gènesi glacial per sobre-excavació de la cubeta de Barruera la qual podem comparar amb les altres anteriorment analitzades (Llauset i Bono).

Sediments amb resistivitats baixes

Es tracta d'un cos sedimentari de gruix conside-

FIG.40 _ PERFIL GEOELÈCTRIC LONGITUDINAL DE LA CUBETA DE BARRUERA I



rable que ocupa la part inferior del rebliment de la cubeta. En els 3 sondejos, la resistivitat d'aquest tram és idèntica (80 ohm/m), i presenta la seva màxima potència (uns 100 m) entre els S.E. 3 i 5. Per atribuir-li una litofàcies, el problema és el mateix que pel cas de Bono i àdhuc pel dels perfils geo-elèctrics de Mulleres, tot i que en el cas de Barruera la baixa resistivitat sembla indicar que el contingut en fins del sediment és molt alt, per la qual cosa, i tenint en compte l'ambient glacial que el generà, sembla que es pot interpretar com un tram lacustre (Fig. 41_).

Sediments amb resistivitats mitges

Aquests dipòsits ocupen el tram situat al damunt de l'anteriorment descrit. La seva resistivitat elèctrica oscil·la entre 525 i 800 ohm/m. Tenen una potència clarament inferior al tram infrajacent; el seu gruix màxim, entre 40 i 50 m, el trobem entre els sondejos 3 i 5, i cap al S.E. 4 hi trobem una disminució de la potència (20 m).

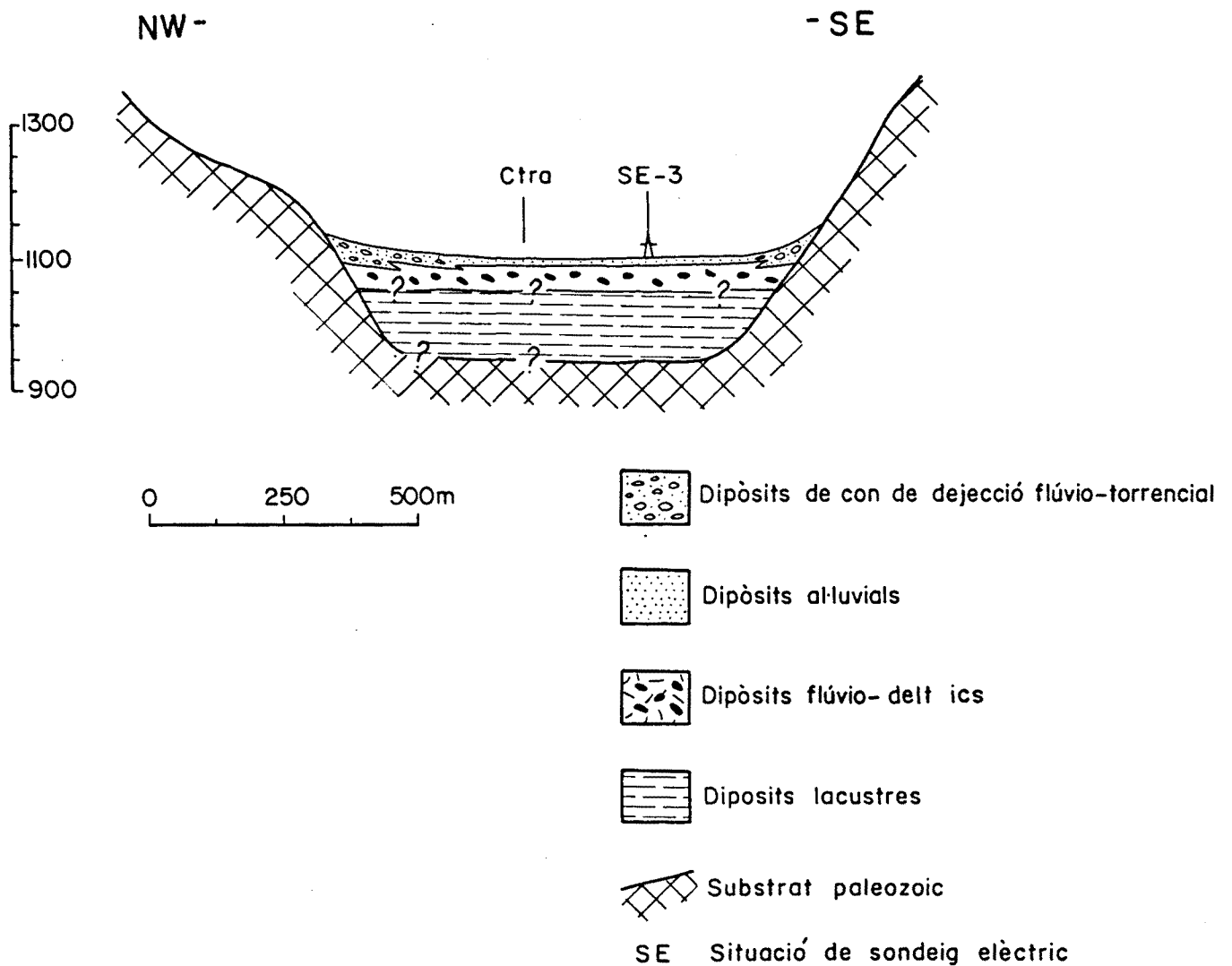
Si comparem la resistivitat d'aquests dipòsits amb d'altres de similars en el sondejos de Mulleres, veiem que els pot correspondre una litofàcies de sediments detrítics grollers amb pocs fins, dipòsits que en aquell cas eren interpretats com un till supraglacial. Aquí, malgrat que la litofàcies pugui ser vàlida, no crec possible la deposició al fons de la vall o un till supra-glacial en aquest ambient i amb una gruixària tan considerable. Personalment m'inclino a admetre una interpretació similar a la de la cubeta de Bono, on aquest tram intermig correspondria al recobriment fluvio-deltaic de les fàcies de sediments fins lacustres.

Sediments amb resistivitats elevades.

La unitat sedimentària superior és la que pre-

FIG. 41 - PERFIL TRANSVERSAL DE LA CUBETA DE BARRUERA II

Interpretació de les fàcies sedimentàries de rebliment



senta resistivitats més elevades 1.600 - 1.700 ohm/m. És un tram poc potent, entre 2 i 10 m, que està constituït a l'igual que en la cubeta de Bono per còdols, graves i sorres, que corresponen a un ambient fluvial d'alta energia.

4.3.3. A TALL DE CONCLUSIÓ: Sobre l'evolució de les cubetes de fons de vall.

Analitzades aquestes dues cubetes, comparades amb la del llac de Llauset, i valorant les característiques dels seus dipòsits amb les d'altres sediments estudiats geo-elèctricament, hom pot concloure que:

- 1- Les hipòtesis establertes per MEY (1968) sobre l'ambient glacio-lacustre d'aquestes cubetes de Bono i de Barruera es confirmen.
- 2- La relació genètica entre els coneguts "overdeepened bassins" dels Alps i aquestes cubetes de fons de vall és clara.
- 3- L'evolució d'aquestes cubetes ha tingut les següents fases:

I- Fase d'excavació de la cubeta durant el màxim glacial. Es tracta d'una fase fonamentalment erosiva (pel que respecte al fons de Vall). SCHLUCHTER (1979) segons observacions seves i d'altres estudiosos, diu que als Alps es diferencien les fases d'erosió de les cubetes de sobre-excavació de les fases de deposició de tills al fons de les valls. En el nostre cas doncs, durant aquesta fase erosiva només es realitzaria deposició en els sectors laterals de la glacera (morrena

d'Erill, Taüll, Barruera, Artiga, etc) però no al fons de la vall.

En funció de la posició altimètrica d'aquestes morrenes laterals, que indiquen el sostre de la glacera, i de la màxima sobre-excavació, es pot estimar un gruix màxim de la llengua glacial de:

Cubeta de Bono:

sobre-excavació màx. = 213 m.

gruixària gel màx. = 600 m

Cubeta de Barruera:

Sobre-excavació màx. = 158 m

gruixària gel màx. = 680 m

- II - Fase de sedimentació glacio-lacustre que comença amb la retirada de la glacera aigües amunt de la cubeta. Es tractaria d'un ambient lacustre pro-glacial, amb una taxa i una velocitat de sedimentació importants, que correspondria als temps glacials tardans. El rebliment lacustre acabaria amb la deposició de materials més grollers (unitats intermèdies).
- III - Fase de sedimentació fluvio-torrencial que començaria al final de la fase anterior, i en la qual es construirien els cons de dejecció provinents dels barrancs laterals amb importants acumulacions morrèniques. Conjuntament, cal considerar la dinàmica fluvial d'alta energia (avingudes possiblement cròniques) del riu prin-

cipal que encara avui dia es manifesta.

4. Cal fer unes consideracions finals:

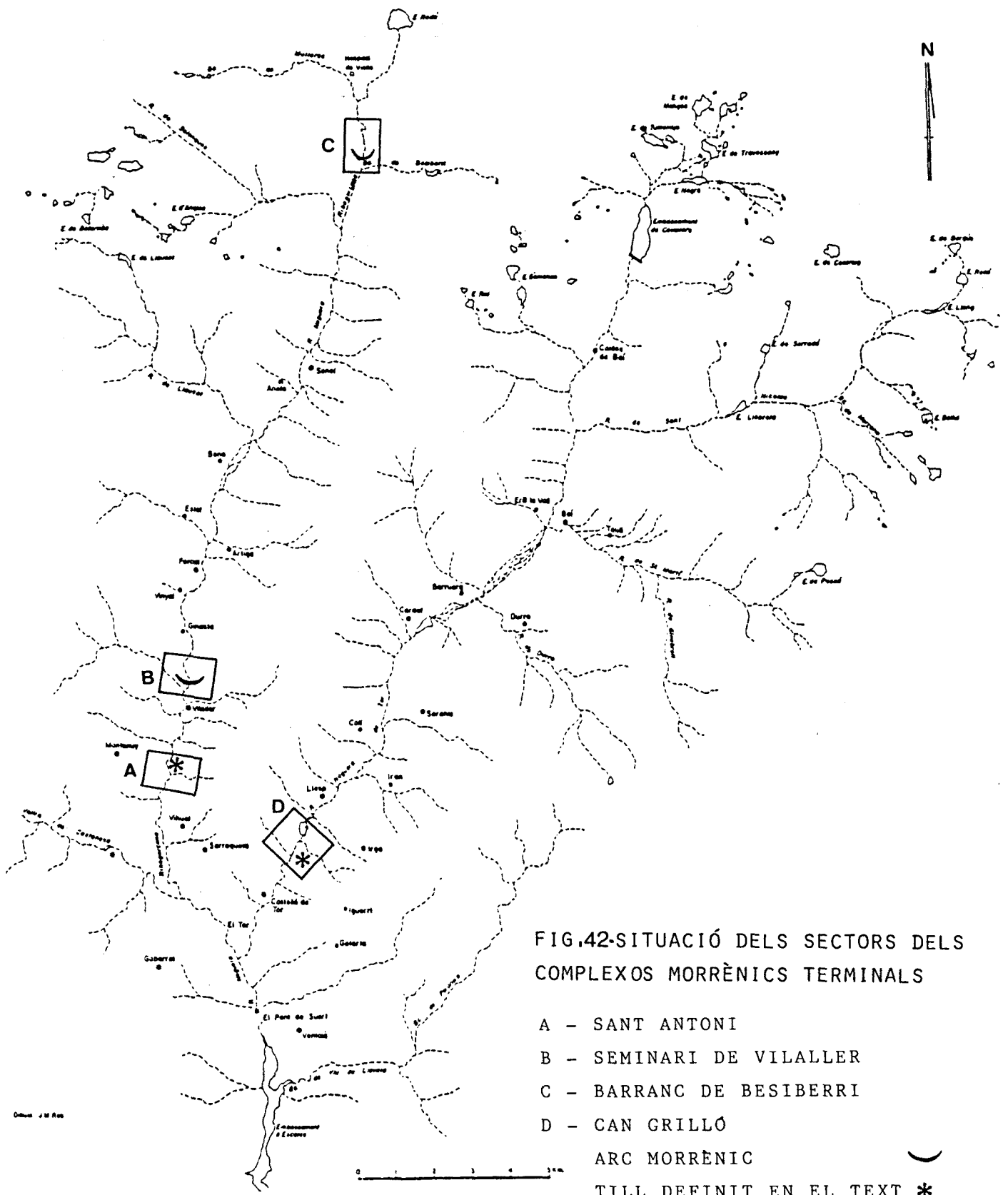
Malgrat les conclusions exposades anteriorment hom no podrà establir definitivament el significat i la cronologia del rebliment d'aquestes cubetes fins que no es disposi de sondejos mecànics continus on es pugui analitzar en detall el registre sedimentari (litofàcies, contingut fòssil i pol.línic, datacions absolutes, etc). Cal dir que, encara avui dia als Alps, hi ha controvertides opinions respecte a l'evolució polifàsica de les cubetes de sobre-excavació i de la seva cronologia en relació a les diferents glaciacions.

Cal esperar que, a casa nostra i en un futur proper, noves investigacions en aquest camp aportin més llum sobre l'evolució d'aquests ambients al Pirineu.

4.4. ELS COMPLEXOS TERMINALS DE LES GLACERES DE LA RIBAGORÇA I DE TOR

Amb aquest nom de complex terminal o frontal, PENK (1883) va voler significar els aparells morrènics frontals de les glaceres quaternàries al Pirineu, anàlogament als models alpins. A partir, d'aquí la majoria d'autors que han escrit sobre el glaciariisme quaternari al Pirineu, s'han vist preocupats per la localització de complexos terminals a les valls per tal de poder delimitar l'extensió de les glaceres quaternàries. Al vessant septentrional del Pirineu, les nombroses recerques que s'hi han fet han demostrat que l'aplicació d'aquest concepte de complex terminal era correcte en la majoria dels casos. La gran extensió de les glaceres a les valls del Pirineu septentrional, juntament amb una dissimetria en l'amplitud orogràfica entre vessant sud i vessant nord de la serralada, van facilitar que aquells arribessin a la Depressió d'Aquitània, on moltes d'elles configuraren un aparell frontal de peu de mont amb diferents arcs morrènics terminals ("vallum morrainique"). A tall d'exemple hom pot citar el complex morrènic frontal d'Arudy-Buzy a la vall d'Ossau, i també l'aparell frontal de Lourdes a la vall de Pau, ambdós instal·lats a la ratlla dels 400 m d'altura sobre el nivell del mar.

Al vessant meridional del Pirineu, hom hi troba una gran diferència respecte al nord, en referència als complexos morrènics terminals, diferència en la situació altimètrica, en la posició morfològica, en la conservació, i de vegades caldria potser posar en dubte la seva real existència. L'explicació d'això és senzilla; PENCK (1883) ja va ressaltar en el seu treball la menor extensió de les glaceres en el vessant sud del Pirineu, fixant a 1000 m



la cota promig dels fronts glacials, mentre que al vessant nord els situava a 570 m. El mateix PENCK i tots els especialistes posteriors han coincidit en posar de manifest que cap glacera del sector meridional arribava fins a la gran plana de la Depressió de l'Ebre, i ni tan sols a les petites depressions interiors (exceptuant el cas de la glacera del Querol a Puigcerdà, Cerdanya). Aquest fet impossibilita la bona formació de complexos morrènics terminals a l'estil dels del vessant nord, i en tot cas quant aquests es formaren, encara que condicionats per l'estretor de les valls, la mateixa dinàmica de les aigües torrencials durant la retirada de les glaceres i durant els temps post-glacials destruïren la major part de dipòsits que podrien pertànyer a qualsevol d'aquests complexos frontals.

L'interès de trobar formes o sediments relacionats amb complexos terminals, resideix en fer-hi una anàlisi crítica per tal de poder establir clarament la seva significació: si és la morrena terminal de la màxima extensió glacial, si es tracta d'un arc d'una petita pulsació post-màxim, si l'arc és de retrocés o és d'avenç, o bé si tan sols es tracta d'una acumulació morrènica situada al fons de vall però difícil de relacionar amb un complex terminal. Realitzar l'anàlisi crítica d'aquesta qüestió és molt important, ja que d'ella poden sortir-ne conclusions referents al número i edat probable de les glaciacions. Aquest és el criteri utilitzat per MARTÍ BONO et al. (1978) quan es refereixen a les fases glacials de l'Alt Aragó en funció de l'anàlisi dels complexos terminals de les valls del Gállego i de l'Aragó.

A les valls de la Noguera Ribagorçana i de la Noguera de Tor, ja des dels estudis clàssics del glaciariisme quaternari al Pirineu, diversos autors parlen de les

morrenes terminals de les glaceres de Tor i de la Ribagorçana. FRÖDIN (1927) al parlar de la morrena terminal de la Ribagorçana, diu que coincideix amb l'opinió d'Obermaier que la va situar a cota 1.000 m aproximadament, al Sud de Vilaller; segons aquell però, més que d'una morrena, es tracta de blocs morrènics dispersos. Per la glacera de la Noguera de Tor, GARCIA SAINZ (1935) també fa referència a Obermaier discutint la posició de la terminació de la glacera a cota 1.100 m, al Sud de Barruera: " ... el verdadero final del glaciario está al pie del poblado de Cardet, dos kilómetros aguas abajo de Barruera y a 1.130 m sobre el nivel del mar". Pel cas de la glacera de la Ribagorçana, aquest autor contrasta amb l'opinió d'OBERMAIER (1921) que data la morrena terminal de Würm, mentre que García Sainz l'atribueix al Riss. A més, concreta la seva situació tot dient que està situada als voltants de l'ermita de Sant Antoni tres Kms mes avall de Vilaller i que està representada per blocs granítics. Aquests blocs, que són les restes de morrenes terminals, els troba vorejant la plana de Vilaller a uns 40 m en els vessants.

Més recentment, MEY (1968) recull les opinions dels autors citats, les quals contrasta amb les observacions fetes durant la cartografia geològica de la conca. Sense parlar de morrenes terminals, parla de dipòsits glacials situats al Sud de Vilaller per a la glacera de la Ribagorçana, i al sud de Llesp per a la glacera de Tor.

4.4.1. COMPLEXOS TERMINALS DE LA GLACERA DE LA RIBAGORÇANA

El complex de Sant Antoni

Amb aquest nom he batejat els dipòsits glacials més distals que he localitzat. Aquests estan situats sobre un llom modelat al fons de la vall per la gla-

cera, en les pissarres carboníferes a cota 980, i aproximadament 1 km aigües avall de Vilaller. Els dipòsits són escassos i l'aflorament al costat de la carretera general posa en evidència la presència de materials d'origen glacial. També hi són presents grans blocs granítics dispersos que foren els que cridaren l'atenció als autors de principis de segle.

Al Sud de Vilaller, la vall, que té uns vessants menys redreçats que en la seva part alta, es va estrenyent fins al llindar que les capes dures i subverticals del Permotrias configuren, 1 km més avall de Sant Antoni. Més avall d'aquest estret, la vall es torna a eixamplar, i en els vessants modelats en les lutites del Keuper (amb barres d'ofites i calcàries ocasionals) no es troba cap més dipòsit morrènic, ni tan sols blocs granítics dispersos del mateix origen. Entre l'estret esmentat i Vilaller, al fons de vall hom hi pot observar un cert modelatge glacial, marcat per la forma de macro-roques "mountornées"; això es fa palès a l'indret de l'ermita de Sant Antoni, on hom pot veure restes de l'antic llit glacial penjat sobre l'actual nivell del riu a causa de la incisió fluvial més recent. En els vessants d'aquest sector, i tot al voltant del que en podriem anomenar cubeta de Vilaller, hi són presents blocs granítics dispersos que ens acoten el nivell que en gruixària tenia la glacera en aquest domini frontal. Aquests blocs se situen entre els 50 m, a l'indret de Sant Antoni, fins als 200 m per sobre del riu actual a l'altura de Vilaller.

El dipòsit morrènic de Sant Antoni, és un sediment sub-glacial en quant a la seva interpretació. Està format per una diamictita amb suport de la matriu, molt massiva, sense cap estructura interna i molt compactada. La matriu és fonamentalment lutítica tal com ens il·lustra la corba granulomètrica. La majoria dels clastes són de tamany gra-

veta, encara que hom hi troba dispersos alguns còdols i àdhuc blocs de granit. En general els clastes estàn alterats.

Comparant la microtextura (Foto63) i la composició granulomètrica d'aquest sediment amb d'altres dels estudiats a la vall, hom estableix una ràpida similitud amb el till basal de Llestui, on es deia que hi hauria una incorporació de sediment lacustre en la formació del till. En tot cas es tracta d'un till argilós de gènesi sub-glacial, a l'estil del "mud till" de SCHLÜCTER, Ch. (1977).

Referent a la mineralogia d'aquest till i en comparació amb els dels tills sub-glacials de la part alta de la glacera (p.e. el de Llestui), s'observa quasi una total analogia excepte en la presència de caolinita, que en aquest cas hi és detectada i podria provenir de l'alteració dels components feldespàtics (difícils de determinar en els diagrames per la seva coincidència amb els pics del quars).

Malgrat les males condicions de l'aflorament, la base aquest till presenta un major predomini de clastes respecte a la matriu que també esdevé llimo-sorrenca.

En resum crec que, malgrat que hom parla del complex morrènic terminal de la glacera de la Ribagorçana, aquest té més el valor de voler representar el sediment més distal conservat, que no pas el d'un arc morrènic terminal. La meua opinió és que la glacera de la Ribagorçana en la seva màxima extensió tenia el seu front molt poc més avall de l'ermita de Sant Antoni, i en tot cas crec que mai va superar la barra de materials permo-triàsics.. Possiblement l'existència d'un till argilós s'explica per la presència d'un ambient lacustre pro-glacial sobre el

qual la glacera va progradar en el seu màxim avenç.

Determinació mineralògica de la matriu del till basal Sant

Antoni.

Diagrama de pols

<u>2θ</u>	<u>d</u>	<u>Composició</u>
6.25	14.1	Clorita
9.0	9.81	Illita
12.05	7.33	Clorita
12.7	6.96	Coalinita
17.9	4.95	Illita
20.05	4.42	Clorita
21.0	4.22	Quars
26.75	3.328	Quars

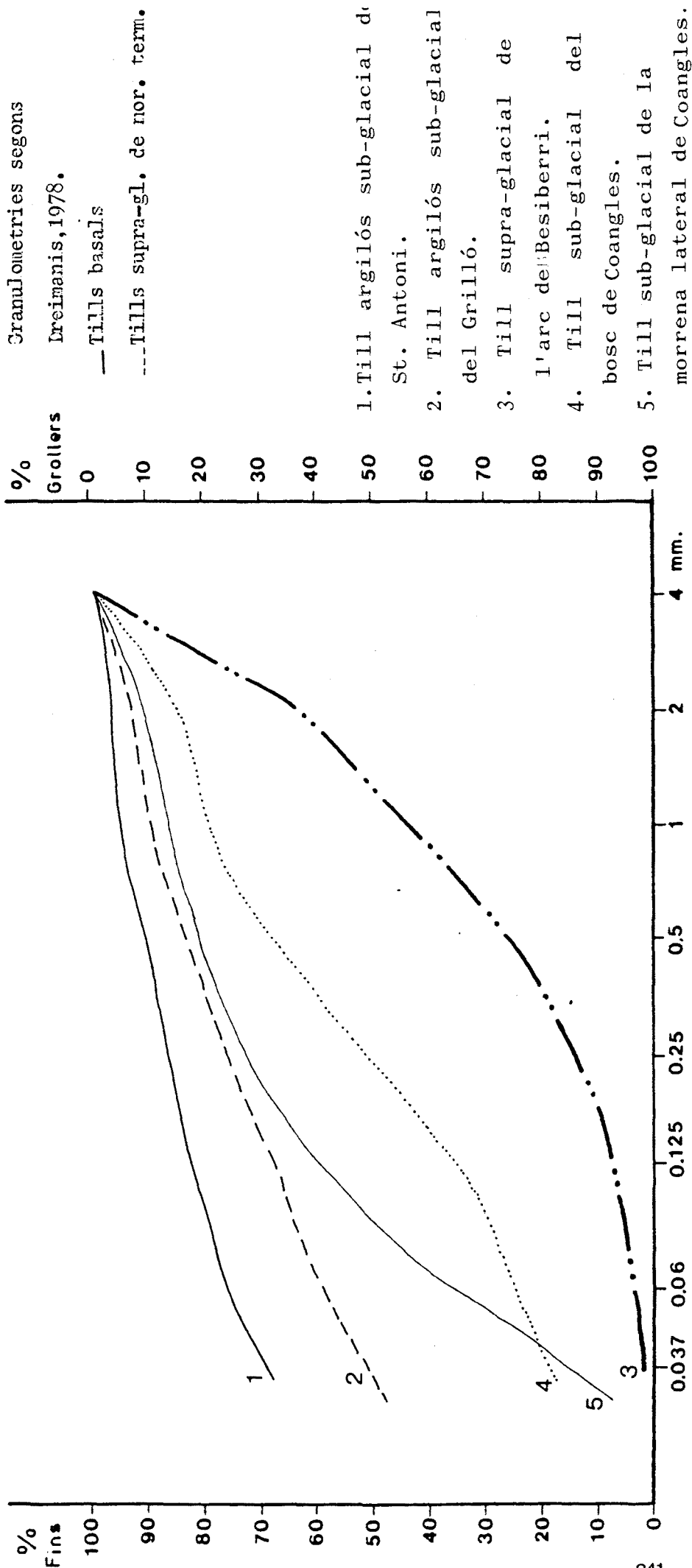
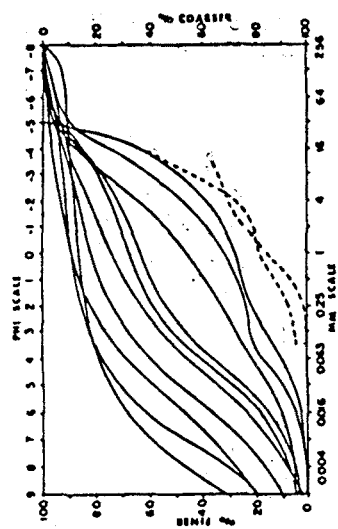
Determinació mineralògica de la matriu del till basal del

Grilló.

Diagrama de pols

<u>2θ</u>	<u>d</u>	<u>Composició</u>
6.2	14.2	Clorita
8.9	9.92	Illita
11.95	7.39	Clorita
12.55	7.04	Caolinita
17.9	4.95	Illita
20.0	4.43	Clorita
20.9	4.24	Quars
26.7	3.334	Quars

FIG. 43 GRANULOMETRIES DE LES MÀTRIS DELS TILLS DELS COMPLEXOS TERMINALS.



Referent a la cronologia d'aquest màxim en el qual es va sedimentar el till de Sant Antoni, únicament es pot relacionar amb els nivells de terrasses fluvials de la vall, la qual cosa serà discutida en el capítol 5. (veure Fig.48)

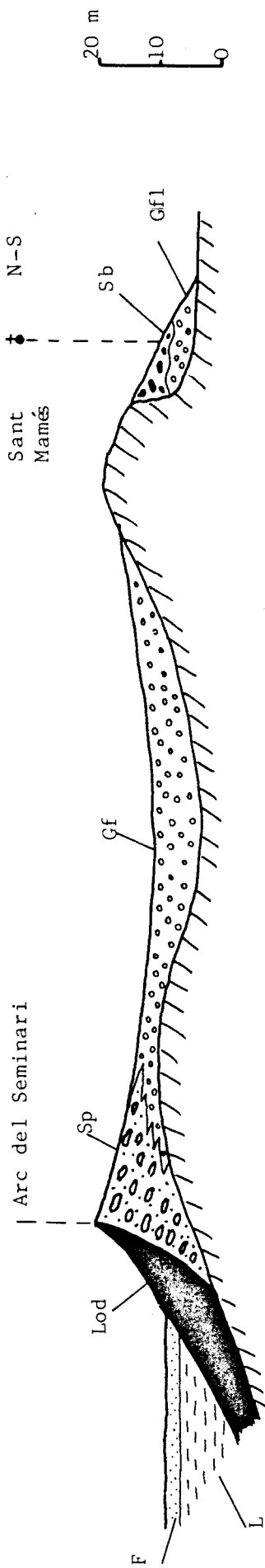
El complex del Seminari de Vilaller.

No ha estat trobada cap referència que esmenti aquest aparell terminal, en els antecedents bibliogràfics que tracten el tema.

Entre l'estret marcat pel llindar calcari de Forcat i la població de Vilaller, la vall de la Ribagorça presenta un important eixamplament en el seu fons a la vegada que els vessants esdevenen relativament més suaus. El fons de vall està tapissat per un mantell relativament prim d'al.luvions recents, entre els quals aflora el substrat paleozoic a modus de grans roques "moutonnés" com a testimonis d'un modelatge glacial del llit rocós predominantment erosiu. Únicament hi ha presència d'acumulacions sedimentàries d'origen glacial a l'altura de l'antic seminari de Vilaller (Fig.44-). Es tracta d'un petit arc morrènic de disposició transversal a la vall, amb la morfologia ben conservada, i també d'una acumulació de petites dimensions protegida al darrera d'un llindar rocós (en posició "lee side") de gresos carbonífers, situat 400 m aigües avall de l'arc morrènic esmentat.

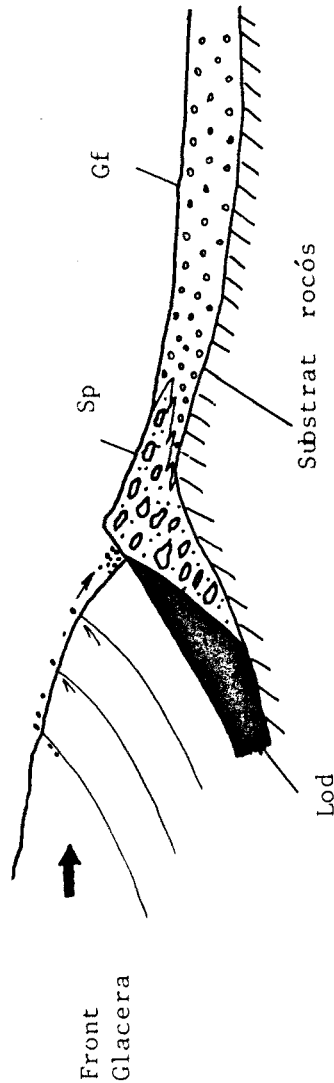
En la figura 44, hom pot veure un perfil esquemàtic de l'arc morrènic, la cresta del qual s'aixeca 16 m per sobre la llera actual del riu. L'acumulació es recolza a sobre d'un petit llindar rocós en el qual es conserven clares estries glacials. Malgrat no haver-hi cap bon tall de tot el conjunt del dipòsit, a partir d'observacions puntuals s'ha pogut descriure el dipòsit. La matriu és

FIG.44. INTERPRETACIÓ DE LES FÀCIES DEPOSICIONALS DEL COMPLEX TERMINAL DEL SEMINARI DE VILALLER. RECONSTRUCCIÓ DEL FRONT GLACIAL SEGONS MODEL DE BOULTON AND EYLES (1979)



0 100m

→ Sentit del riu actual



Dipòsit més antics (Fase màxim glacial)

Gf1 = glàcio-fluvials de St. Mamés

Sb = till sub-glacial " "

Dipòsits de la Fase de l'arc del seminari

Gf = glàcio-fluvials

Sp = till supra-glacial

Lod = till "lodgement"

Dipòsits posteriors a la Fase de l'arc del seminari

L = lacustres

F = fluvials

lutítica de color gris i compactada a la base. A la part superior passa a més llimo-arenosa, de color beig i poc compactada. Els clastes són de tamany i litologia diverses, encara que predominen les graves, i en els blocs, els de granit són majoritaris. En els clastes d'esquist s'hi conserven estries, així com una morfologia típica d'arrossegals sub-glacials. Seguint el model proposat per BOULTON and EYLES (1979) per a la formació de "dump moraines", he elaborat un esquema interpretatiu de la gènesis d'aquest complex morrènic frontal (Fig.44-). A la part posterior de l'arc morrènic la morfologia plana ve donada per unes sorres fines de plana d'inundació fluvial que segurament recobreixen materials (lacustres?) sedimentats durant el retrocés de la glacera.

El dipòsit de Sant Mamés que com s'ha dit estro-400 m més avall de l'anterior, presenta dues unitats ben diferenciades. A la part inferior, i gràcies a una recent extracció d'àrids, hi és visible una acumulació de graves i sorres ben classificades amb llitatge horitzontal i laminacions creuades en algun tram sorrenc; també hi ha algún nivell de llims intercalat. Alguns blocs granítics de tamany mètric hi són presents tot tallant l'estructuració del dipòsit. Aquesta unitat inferior queda tallada per un contacte erosiu a sobre del qual hi descansen unes graves i còdols amb matriu llimo-arenosa de color beig molt compactada i d'estructura massiva. Hi ha però algún nivell lenticular de sorres amb laminació paral·lela deformada. Alguns clastes (granítics i esquistosos) presenten una clara alteració. Genèticament atribueixo un origen glàcio-fluvial (possiblement sub-glacial) al dipòsit inferior que ha quedat recobert per un till de fusió ("melt-out") sub-glacial durant una fase anterior a la deposició de l'arc morrènic, i que gràcies a la seva posició respecte al llindar rocós ha quedat protegit de l'erosió.

En aquest sector entre Vilaller, Ginasté i el llindar de Forcat, els vessants es troben plens de blocs de granit escampats que són producte de la degradació de les morrenes laterals de la glacera de la Ribagorçana en la seva fase de màxima extensió. També es troben petites restes d'afloraments morrènics, la majoria dels quals presenten fàcies de tills sub-glacials. Aquests són visibles en els talls de la pista que puja de Vilaller al caseriu de la Seu, tot flanquejat el riu Padrós. A l'interior d'aquest barranc i als volts de la Seu de Baix, per sobre de la cota 1.200 m i a 2 quilòmetres de la vall principal, encara es troba algun bloc morrènic, la qual cosa implica una important penetració de la glacera en aquesta petita vall lateral durant el màxim glacial.

El complex del barranc de Besiberri.

A l'indret de l'Oratori de Sant Nicolau, un centenar de metres aigües amunt de la confluència del barranc de Besiberri amb la Noguera Ribagorçana, hom hi troba dues acumulacions molt properes entre sí amb una forma i un sediment que indiquen l'existència d'un complex morrènic frontal. L'acumulació està constituïda per blocs, còdols i graves amb matriu sorrenca de color marró, rentada de fins i gens compactada. Presenta una estructuració massiva. Els clastes no tenen indicis d'alteració; la gran majoria són granítics i aquells que són d'esquist i de quarsita tenen una morfologia glacial típica. Aquests arcs morrènics es troben a cota 1.530 m, i enllacen vall amunt amb un important tapís morrènic en el qual destaca la gran escampadissa de blocs granítics. Aquest material morrènic, a l'altura de l'Hospital de Viella, cobreix el fons de la vall i està constituït per un till lutític molt compactat de color beig recobert per un altre nivell també de till però amb matriu sorrenca. Morfològicament s'aprecia com aquest tapís morrènic enllaça amb un condó morrènic que

al damunt de l'Hospital de Viella es divideix en dues morrenes laterals, una de la vall de Mulleres i una altra de la de Conangles. Aquesta última vall també té un important recobriment de till basal a l'indret del bosc de Conangles.

La comparació textural de tres d'aquests tills (el de l'arc morrènic frontal, el basal del bosc de Conangles, i el de la morrena lateral de la vall de Conangles) permet d'establir-hi una sèrie de diferències genètiques relatives fonamentalment a la matriu del sediment i a la seva estructura.

Till del bosc de Conangles: Compactació important

- no s'aprecia estructuració.
- 18,4% de fins inferiors a 37μ

Till morrena lateral de Conangles: - compactació mitja

- estructura local de cisallament.
- 11,2% de fins inferiors a 37μ
- granulometria majoritaria la mida de sorres fines.

Till arc morrènic de Beciberri: - compactació nul·la

- sense estructuració
- 1,9% de fins inferiors a 37μ
- granulometria majoritaria al voltant de la mida de sorres mitges a graves.

Aquestes observacions ens configuren dos tills de gènesi sub-glacial (el de Conangles) i un till supra-glacial (el de Besiberri). Les corbes granulomètriques (Fig. 43) es poden comparar amb les donades per DREIMANIS (1978) on s'aprecia una clara diferència entre els tills

basals i els tills supra-glacials d'una morrena terminal. Granulomètricament, el till de l'arc morrènic terminal de la Ribagorçana a sota l'Hospital de Viella, es pot considerar com un dipòsit pro-glacial en la deposició del qual hi ha hagut una important circulació d'aïgues de fusió.

Tots aquests dipòsits morrènics descrits són atribuïbles a una mateixa fase glacial de deposició que correspondria a un episodi tardà representat per l'existència d'una glacera de vall a la capçalera de la Noguera Ribagorçana, de no més de 6-7 km de llargada, que tindria el seu front en l'arc terminal del barranc de Beciberri.

4.4.2. SIGNIFICACIÓ CRONOLÒGICA DELS COMPLEXOS MORRÈNICS TERMINALS DE LA GLACERA DE LA RIBAGORÇANA

En funció del que s'ha exposat en aquest apartat hom pot establir per la glacera d'aquesta vall tres fases d'avenç, ben marcades per la deposició d'uns sediments que hom ha dit frontals i que estan relacionats amb una altra sèrie de sediments. Entre cadascuna d'aquestes fases de progressió resulta difícil dir quina va ésser la magnitud del retrocés de la glacera, qüestió sobre la qual hom intentarà tornar en els propers capítols.

De més antiga a més moderna es poden establir les següents fases glacials:

I- Fase del complex de Sant Antoni

Màxima extensió glacial, la glacera tenia des del circ de Mulleres una llargada de 27 km i arribava fins l'estret dels materials permotriàsics. El till de fusió sub-glacial de Sant Mamés i l'escampada de blocs granítics en els vessants de la cubeta de Vilaller són també atribuïbles a aquesta Fase I.

II Fase del complex del seminari de Vilaller:

Nova progressió glacial que genera un aparell glacial de dimensions inferiors al del màxim anterior; la llargada de la glacera seria de 23 km. En el seu front es configura l'arc terminal del seminari.

III Fase del complex del barranc de Besiberri:

Petita pulsació glacial que només afecta a les parts altes de la vall. S'hi configura una petita glacera de vall amb una llengua de 8 km que s'estabilitzaria a la confluència amb el barranc de Besiberri. Són depositats en aquesta fase els tills de les morrenes de l'Hospital de Viella, de Mulleres i de Conangles, així com el gran escampall de blocs granítics (segurament durant el retrocés glacial).

4.4.3. COMPLEXOS TERMINALS DE LA GLACERA DE TOR.

Les característiques morfològiques de la vall de Boí, de la Noguera de Tor, així com la gran àrea d'acumulació glacial d'aquesta conca, la diferencien de la vall veïna tractada anteriorment. Aquesta vall, que en la seva capçalera agrupa diverses conques glacials (cap. 2), té una conca d'alimentació glacial considerada dues vegades més gran que la de la Noguera Ribagorçana. Seguint amb la comparació veiem que, aigües avall de Barruera, la vall s'estreny, els vessants són molt drets i pràcticament fins arribar a la cubeta del Tor, excavada en margues del Keuper, no hi trobem cap eixamplament important de la vall. El primer d'aquests dos fets pressuposa una més gran llargada de la llengua glacial en la seva màxima extensió, però el segon d'ells en canvi, condiciona la difícil conservació de possibles aparells morrènics terminals.

El complex de Llesp: el till del Grilló.

Resulta equívoc parlar de complex terminal de la glacera de Tor a la zona de Llesp perquè en cap cas hom no hi troba cap acumulació amb una bona configuració d'arc morrènic terminal situat al fons de la vall, com cabria esperar. En aquest indret, únicament trobem abundants blocs de granit escampats pels vessants de la vall fins a una altura considerable (300 m segons MEY, 1968). De tota manera, l'últim dipòsit d'origen glacial que hom troba a la vall està situat quasi dos quilòmetres aigües avall del poble de Llesp, en el vessant contrari i a 240 m sobre el riu actual. Aquest petit dipòsit està entre un coll i la masia abandonada de Can Grilló, en el barranc del mateix nom. Tot els voltants estan sembrats de grans blocs granítics que testimonien l'arribada d'una antiga glacera.

El dipòsit en qüestió, de petites dimensions, està constituït per un sediment argilós de color gris, bastant compactat, que engloba petits clastes de litologia diversa i alguns còdols dispersos de considerable tamany. L'aspecte extern del sediment recorda enormement el del till argilós de Sant Antoni, àdhuc si comparem la microtextura (Foto 65) i granulometria de la matriu d'ambdós dipòsits (Fig. 43) la semblança és extraordinària. La presència de nombrosos clastes alterats juntament amb la detecció de caolinita en la seva composició mineralògica també l'apropen a les característiques del till de Sant Antoni, a la vegada que el diferencien dels altres tills lutítics trobats en zones més properes a la capçalera de la vall (p.e. morrena de Taüll i morrena d'Erill). Genèticament doncs, es tracta d'un till sub-glacial que incorpora abundant sediment argilós (possiblement lacustre).

Aigües avall d'aquest indret, un cop superat l'estret excavat en materials durs del Permotrias, no s'ha

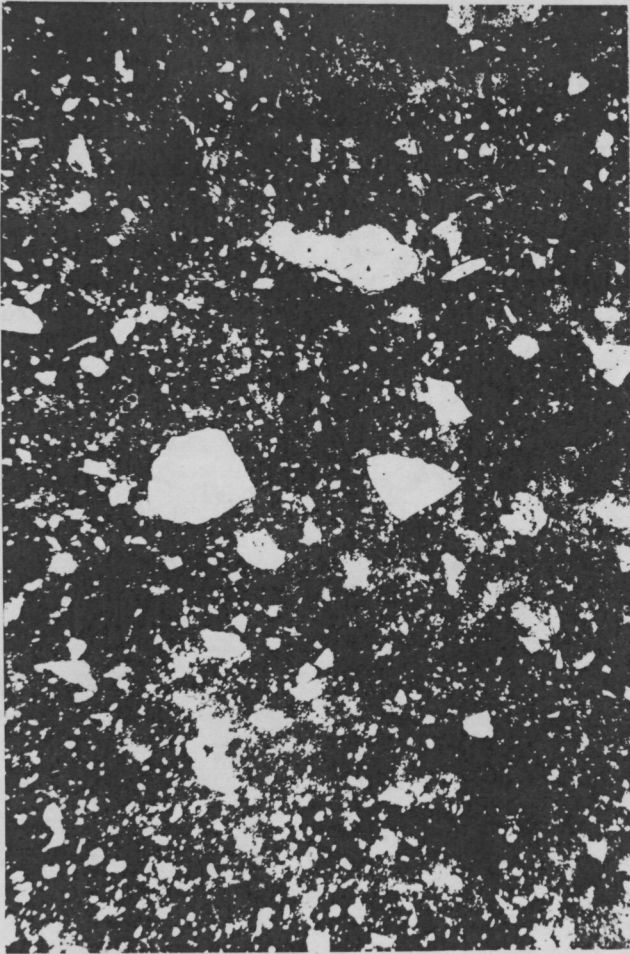
MICRO-TEXTURA DELS TILLS ARGILOSOS DELS COMPLEXOS TERMINALS

FOTO 63 - Làmina prima de la matriu del till de Sant Antoni.

FOTO 64 - Matriu del mateix till vista amb el microscop electrònic.

FOTO 65 - Làmina prima de la matriu del till del Grilló.

FOTO 66 - Matriu del mateix till vista amb el microscop electrònic.

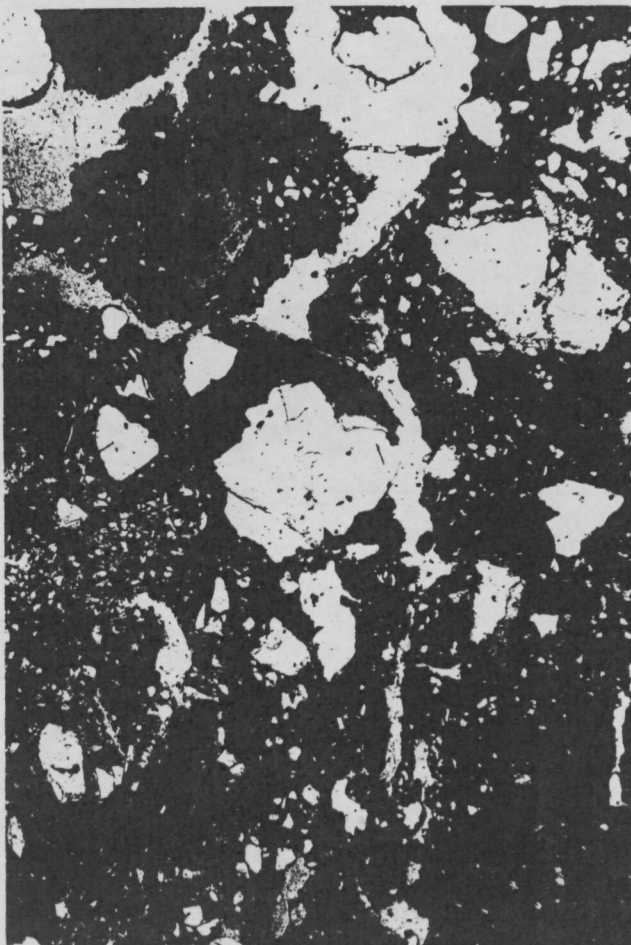
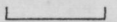


63

X 15



64



65

X 15



66



trobat cap altre reste ni de sediment, ni de blocs granítics atribuïbles a una deposició glacial. És doncs curiós aquest acabament tan brusc dels dipòsits glacials en el contacte entre el Carbonífer i el Permotrias en ambdues valls estudiades. En el cas de la vall de la Noguera de Tor el fet és encara més sorprenent si tenim en compte la posició altimètrica del till del Grilló (240 m sobre el riu). Això, i considerant la gran conca d'alimentació d'aquesta glacera, ens fa aventurar que possiblement la glacera de Tor en la seva màxima extensió (30 km), va vèncer el llindar dels materials permotriàssics i instal·là el seu front a l'inici de la plana del Tor. Suposat això, la no conservació de dipòsits terminals cal atribuir-la a la ràpida degradació de les margues del Keuper que configuren els vessants del Tor.

A diferència de la Noguera Ribagorçana, a la vall de Boí no es troben altres acumulacions morrèniques a les que es pugui atribuir un valor de complex terminal. Aquest fet no pressuposa en cap cas que hi hagi hagut cap altra fase glacial posterior al màxim, i és en el dipòsit que hom troba en els sectors laterals de la vall (Erill, Taüll, etc) on s'ha de cercar aquesta informació.