

GEO3



Geologia, cartografia, prospecció geofísica i
serveis científico-tècnics

PROSPECCIÓ GEOFÍSICA PER DETERMINAR L'ESTRUCTURA DELS TARTERS DELS MENAIRONS, LA GUARDIA D'ARES, VALLS D'AGUILAR

ALT URGELL

CAMPANYA DE PROSPECCIÓ GEOFÍSICA

Realització: **Valentí TURU i MICHELS**
Av. Príncep Benlloch 66-72
Edifici Interceus, despatx 308
Telèfon i fax: 321815 - 820323
Email: igeotest@myp.ad
<http://www.igeotest.ad>

Expedient: **E-010-CCAU-010.12.06**

ÍNDEX

- 1 INTRODCCIÓ**
- 2 SITUACIÓ GEOGRÀFICA**
- 3 SITUACIÓ GEOLÒGIA**
 - 3.1 Descripció general i breu interpretació geològica**
- 4 TRETOS GEOMORFOLÒGICS**
 - 4.1 Tartars de l'Alt Urgell**
 - 4.1.1 La Guàrdia d'Ares – Tahús**
 - 4.1.2 Montant de Tost**
 - 4.1.3 Guils del Cantó**
 - 4.2 Tartars del Pallars Jussà**
 - 4.2.1 Alineació de blocs a Burguet, Serrat d'Espinau i Barranc de Naens**
 - 4.2.2 Tartars de Menairons del bosc de Cèrvoles**
 - 4.2.3 Acumulacions de blocs estudiats entre Senterada i Molinos**
- 5 PROSPECCIÓ GEOFÍSICA EFECTUADA A LA GUÀRDIA D'ARES**
 - 5.1 Prospecció geolèctrica realitzada a la zona d'estudi**
 - 5.1.1 Resultats de la campanya geolèctrica**
 - 5.1.1.1 *Sondatge elèctric vertical 1***
 - 5.1.1.2 *Sondatge elèctric vertical 2***
 - 5.1.1.3 *Sondatge elèctric vertical 3***
 - 5.1.1.4 *Interpretació SEV 1-2 i 3***
 - 5.1.1.5 *Sondatge elèctric vertical 4***
 - 5.1.1.6 *Sondatge elèctric vertical 5***
 - 5.1.1.7 *Interpretació SEV 5***

6 DISCUSIÓ

6.1 La litologia favorable

6.1.1 Característiques dels blocs presents a diversos tarters

6.1.2 Fàcies i distribució de l'Oligocè de Tahús-La Guàrdia

6.1.2.1 Fàcies sedimentàries presents

6.1.2.1.1 *Fàcies proximals, predomini de blocs*

6.1.2.1.2 *Fàcies distals, absència de blocs*

6.2 Erosió, transport i sedimentació

6.2.1 Tarters lineals

6.2.2 Tarters areals

6.2.3 Tarters mixts

6.3 Procéssos del vessant

6.4 L'edat relativa de les acumulacions

7 CONCLUSIONS

8 BIBLIOGRAFIA

A1 ANNEX DE DOCUMENTACIÓ: PROSPECCIÓ GEOELÈCTRICA

A2 ANNEX DE MESURES ESCLEROMÈTRIQUES

A3 ANNEX DE FIGURES

1 INTRODUCCIÓ

El present treball ha estat encomanat pel Consell Comarcal de l'Alt Urgell en el marc del desenvolupament cultural de les Valls d'Aguilar. En aquestes valls, concretament al sector de la Guàrdia d'Ares i Tahús, existeixen diferents actius patrimonials que poden ser explotats des del punt de vista turístic-cultural. En aquest sentit l'existència d'uns tarters de rocs subesfèrics situats al l'obaga de la serra de Prada han estat motiu d'inspiració mitològica popular i escenari de trobada popular.

Per a l'estudi dels tarters ha calgut efectuar un estudi comparatiu amb d'altres formacions similars al pre-Pirineu, amb l'objectiu de determinar la singularitat de la formació sedimentària, obtenint com a resultat tres tipologies de tarters amb rocs subesfèrics. També s'ha efectuat un estudi geofísic del subsòl en les immediacions dels tarters de la Guàrdia d'Ares per determinar la seva estructura, fet que ha evidenciat que el procés sedimentari és cíclic. També s'ha efectuat un estudi comparatiu de l'alteració de la superfície dels rocs subesfèrics per determinar l'edat relativa entre les diferents acumulacions de blocs, obtenint com a resultat l'existència de tres events formadors.

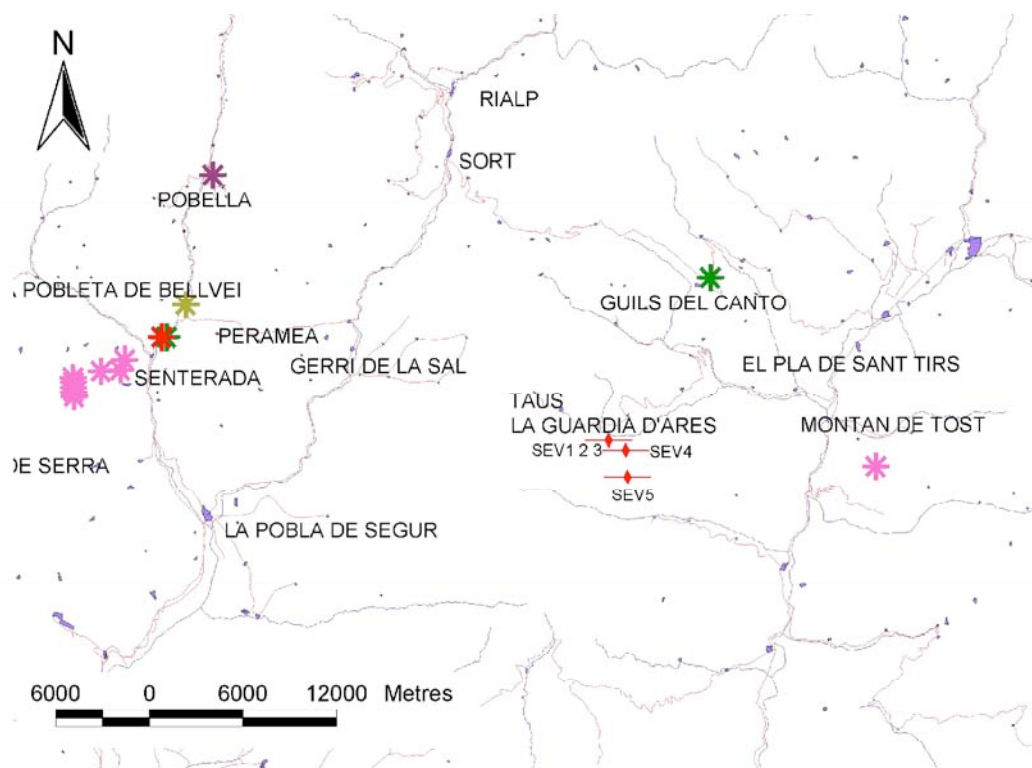
Un cop efectuats els estudis s'efectua una proposta d'explicació poligènica per a la formació dels tarters de Menairons i s'assignen unes edats que caldrà corroborar en estudis posteriors.

Finalment agrair al Dr. Josep Lluís Peña-Monné de la Universitat de Saragossa i a l'arqueòleg Joan Ramón González de l'Institut d'Estudis Ilerdencs per als seus valuosos comentaris respecte a la formació i localització dels tarters de Menairons del Pre-Pirineu.

2 SITUACIÓ GEOGRÀFICA

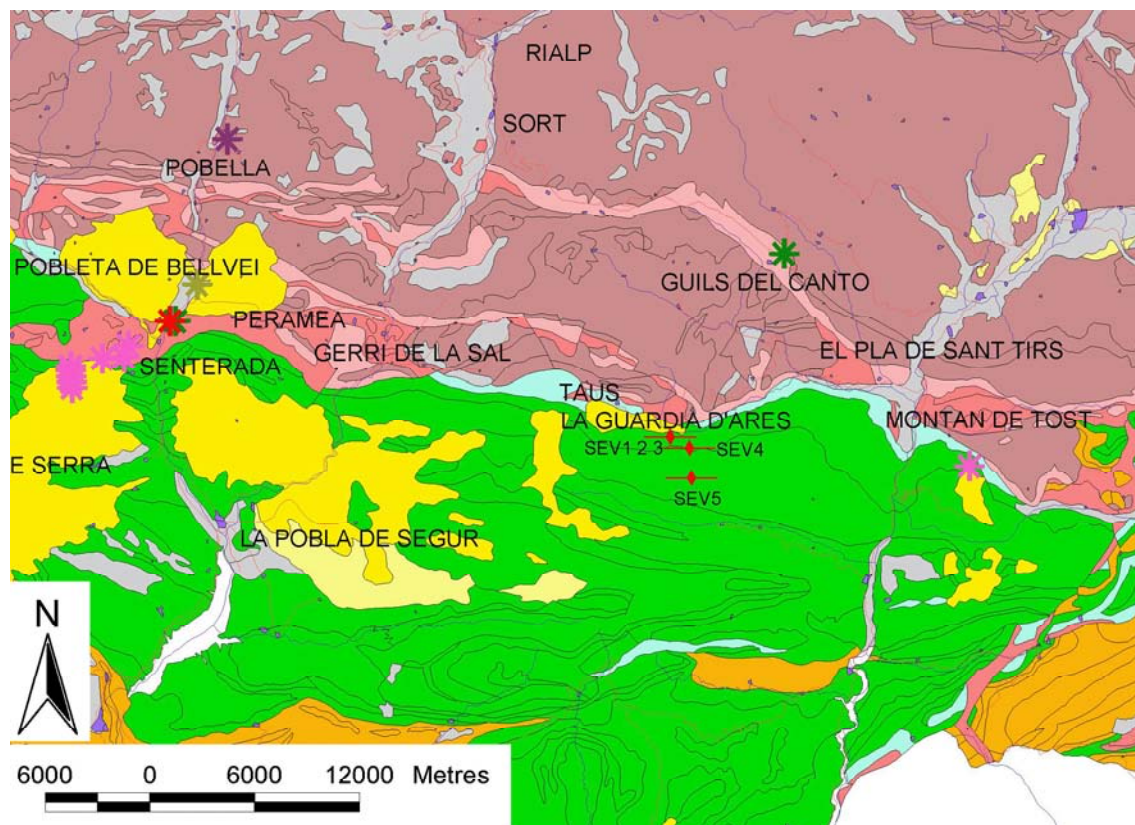
S'ubiquen a continuació els diferents indrets d'estudi situats entre les valls del riu Flamicell i del Segre.

Lloc	X	Y	Z	Estudi
Montant de Tost	367.255	4.679.755	1.300	Espalagueré
La Guàrdia d'Ares	353.638	4.681.909	1.415	Prospecció SEV 1 en Tarter 1
La Guàrdia d'Ares	353.619	4.681.907	1.415	Prospecció SEV 2 en Tarter 1
La Guàrdia d'Ares	353.617	4.681.926	1.415	Prospecció SEV 3 en Tarter 1
La Guàrdia d'Ares	354.290	4.681.548	1.500	Prospecció SEV 4 en Tarter 2
Serra de Prada	354.551,5	4.680.213	1.485	Prospecció SEV 4 en Tarter 2
Guils del Cantó	359.362	4.690.140	1.600	Tarter N-260
Borda Casat Nou	330.755	4.689.005	742	Morrena Senterada
Senterada	330.105	4.689.005	760	Tarter d'Ofites
Borda del Rei	332.125	4.690.625	820	Torrent Pobleta
Barranc de les Espones	334.005	4.690.725	1.050	Corba dels Holandesos, Molinos
Burguet de Flamisell	328.7505	4.688.005	1.050	Pista de Cèrvoles
Serrat d'Espinau	328.505	4.687.505	1.250	Pista de Coldeberri
Barranc de Naens	327.505	4.687.505	1.275	Pista de Coldeberri
Bosc de Cèrvoles	326.005	4.687.255	1.310	Tarter 1, Pista de Coldeberri
Bosc de Cèrvoles	326.005	4.687.005	1.340	Tarter 2a, a mig vessant
Bosc de Cèrvoles	323.005	4.686.755	1.420	Tarter 2b, a mig vessant
Bosc de Cèrvoles	326.005	4.686.505	1.460	Tarter 3, en el bosc
Bosc de Cèrvoles	326.005	4.686.255	1.610	Bloc en el bosc



3 SITUACIÓ GEOLÒGICA

La situació geològica de l'àrea estudiada se situa concretament sobre els terrenys d'edat Cretàcica de la Serra de Prada que forma part del flanc nord d'una important estructura sinclinal del pre-Pirineu. Aquesta forma sinclinal forma part de la làmina encavalcant de Bòixols-Sant Corneli.



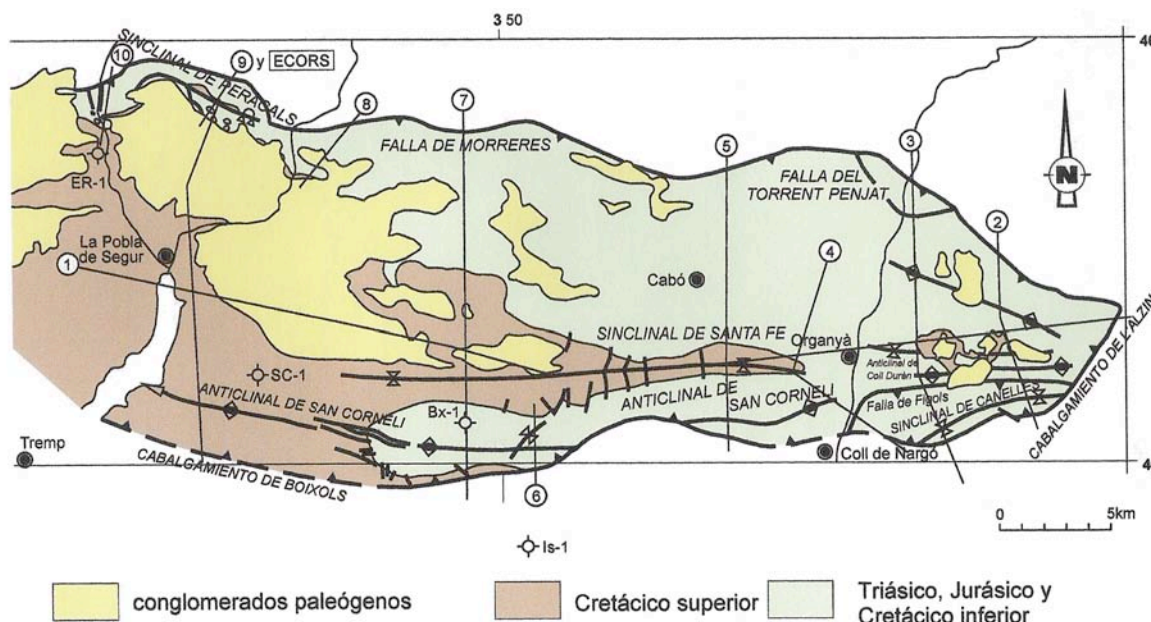
	Paleozoic
	Buntsandstein
	Triàsic
	Juràsic
	Cretaci
	Paleogen
	Conglomerats oligocens
	Neogen
	Roques intrusives

	SEV
	1
	2
	3
	4
	5

Tarters de menairons
 Tarter de gelifractes
 Blocs morrénics fase de
 màxim
 Blocs de con de dejecció
 Blocs morrénics de fase de
 retrocés

3.1 Descripció general i breu interpretació geològica

La zona estudiada és situada a la Zona Sud-Pirinenca entre la vall del riu Segre i la Noguera Pallaresa. Dins de les Serres Marginals, la làmina situada més al sud i que limita amb la conca de l'Ebre, és on els sediments de la conca prepirinenca mesozoica tenen menys potència, a la làmina del Montsec o de la conca de Tremp el gruix de sediments és entremig i, finalment, la làmina de Bóixols Sant Corneli, la més septentrional, la formada per un espessor major de sediments.



La làmina de Bóixols-Sant Corneli és la que presenta una estructuració més complexa. Està molt arrugada i de la part del darrera a la part del davant, la formen: el sinclinal de la Torre de Solduga, l'anticlinal d'Hortoneda, l'apretat sinclinal de Carreu i, en el front de la mateixa, l'anticlinal d'Abella Sant Corneli. L'eix de l'anticlinal del front de la làmina, que forma la muntanya de Sant Corneli, en arribar a la vall del Noguera Pallaresa sofreix una petita inflexió cap a l'interior de la làmina i en enfonsar-se, provoca un acabament periclinal de les capes molt espectacular.

Els sediments existents en la zona corresponen a la sèrie mesozoica i els conglomerats sin-orogènics del Paleogen. En aquesta àrea es produeix la superposició de les gruixudes sèries de conglomerats sobre les calcàries del cretaci.

La conca d'Organyà està localitzada en la làmina encavalcant de Bóixols, que representa la unitat estructural superior i més septentrional dels Mantells superiors en el Pirineu Central (Muñoz *et. al.*, 1986) o de l'Unitat Central Surpirenenca (Séguret, 1972). La part inferior de l'estructura està delimitada per l'encavalcament de Bóixols i la part nord, està delimitada per encavalcaments i retroencavalcaments que separen els materials mesozoics que la formen de les roques d'edat Paleozoica i triàsica de la làmina encavalcant de les Nogueres.

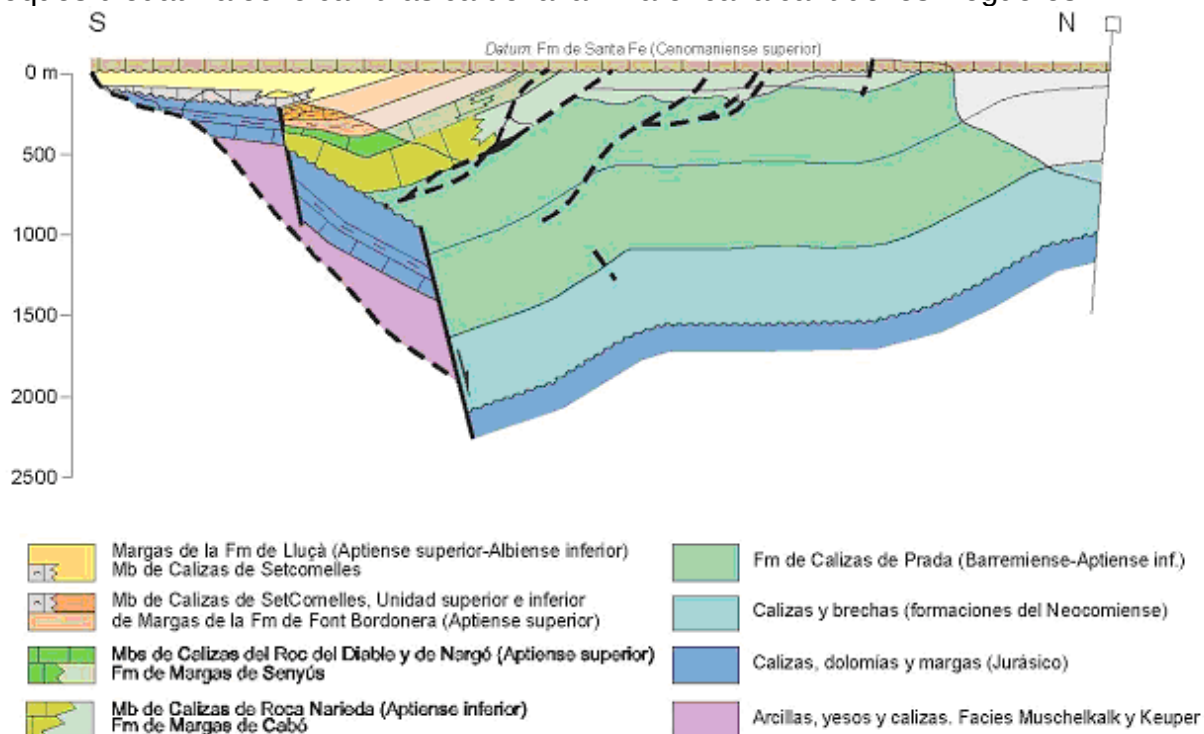
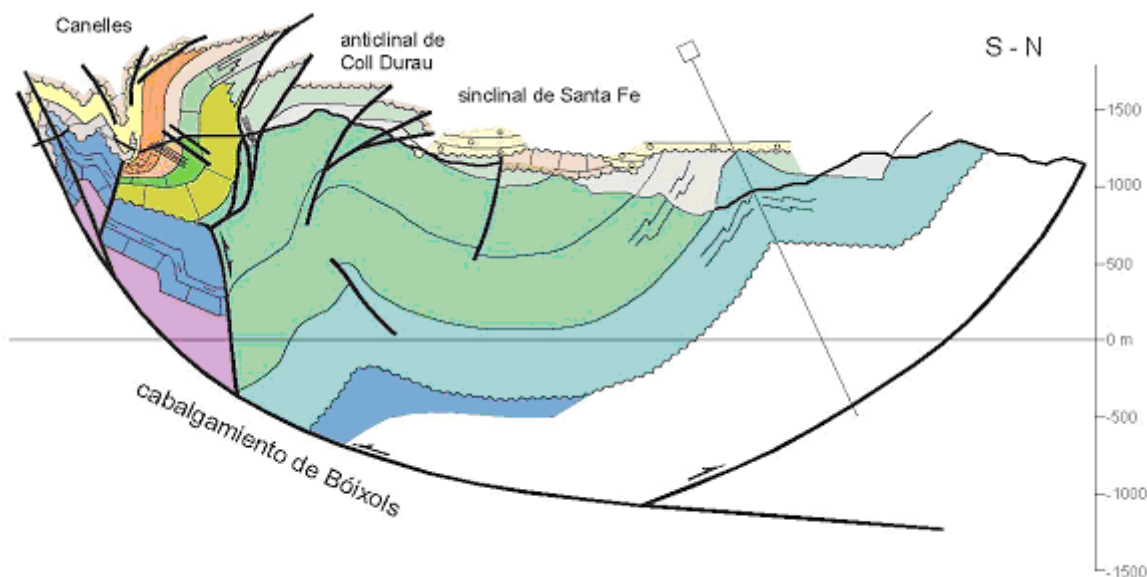
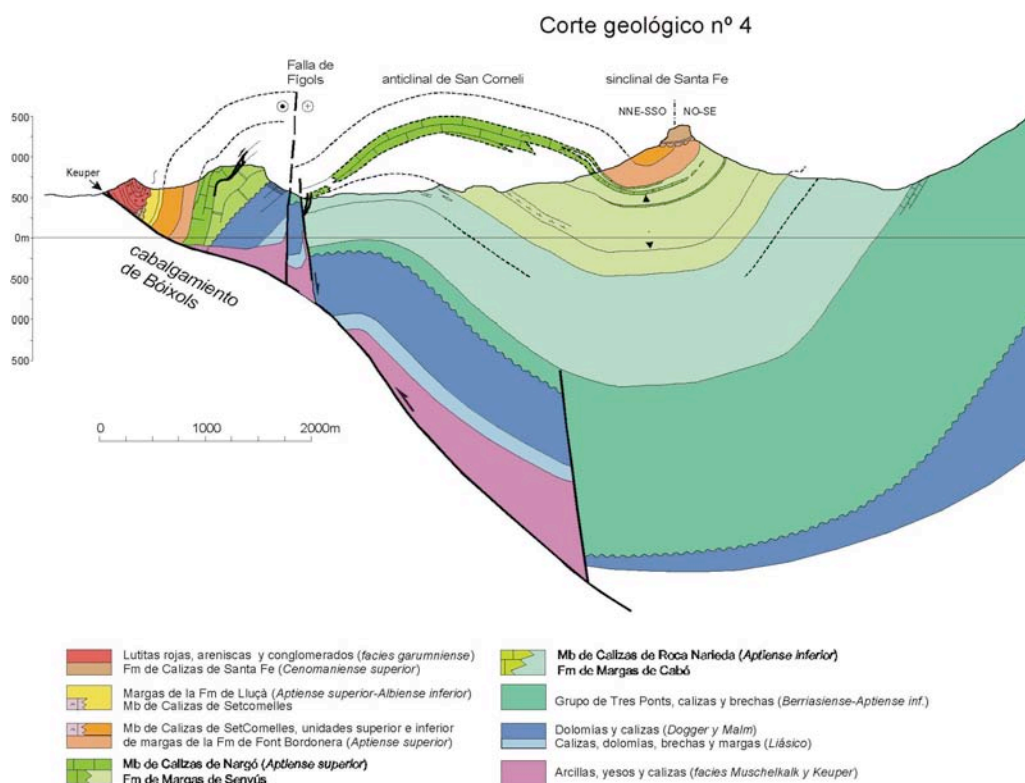


Fig. 3.7. Corte geológico compensado nº 2 en el extremo oriental de la lámina de Bóixols y restitución mostrando la estructura extensiva modificada por plegamiento bajo la discordancia cenomaniense.



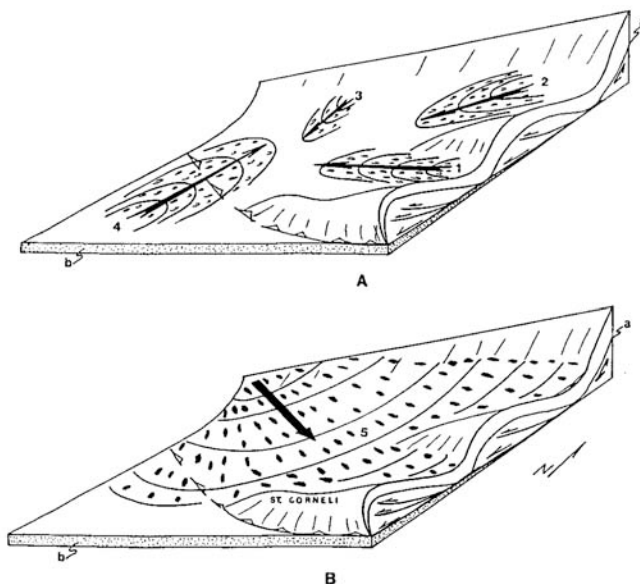
L'estructura interna de la làmina de Bóixols està dominada pel sinclinal de Santa Fé. El flanc nord és més llarg que el sud i està determinat per l'adaptació de la làmina encavalcant al flanc meridional de l'apilament antiformal de unitats de basament de la Zona Axial. El flanc sud enllaça amb un anticlinal de Sant Corneli de traça axial esglaonada (veure figura).



En la figura es pot observar una panoràmica paral·lela al riu Segre des de Roca Narieda fins a la Serra de Prada. Justament en aquesta Serra es troben els dipòsits formats per blocs de gresos amb còdols de quars. En la part inferior es pot veure un perfil interpretatiu de la secció comentada.

Aquestes estructures tectòniques, plecs i replecs foren coberts a finals de l'era Terciària (Eocè superior Oligocè) per unes grans masses de conglomerats, que en alguns llocs poden assolir els dos mil metres de gruix, dipositats per mitjà de ventalls al·luvials. Aquestes dues unitats de conglomerats, estan dipositats en dos moments, separats per un estadi lacustre. Aquests dos moments queden reflexats per la litologia que mostra dues àrees fonts diferents.

La geometria de la làmina encavalcant de Bóixos-Sant Corneli, presenta una estructura amb els eixos dels plecs aixecats en la part oriental i enfonsats en el costat occidental; en aquesta zona es troben dipòsits argilosos del Senosiense superior. Aquests sediments posteriorment s'erosionen afavorin la formació d'una cubeta. Aquesta cubeta interior, en un primer estadi, es comença a omplir de conglomerats provinents de l'erosió dels flancs aixecats de la làmina encavalcant. Els conglomerats tenen l'àrea font corresponen, en la seva totalitat, a materials cretacs. Finalment s'aturen els aports conglomeràtics i es desenvolupen unes fàcies lacustres, amb una composició predominantment pelítica en un ambient molt superficial. Aquestes argiles poden intercalar barres lenticulars de gresos que estan atribuïdes a desembocadures de canals.



Esquema interpretatiu, sense escala, de la paleogeografia de les làmines encavalcants de Boixols-St. Corneli (segons Igme Full Tremp 252)

Posteriorment, en una segona fase, es dona un brusc canvi de l'àrea font fruit de l'aixecament de les làmines encavalcants de les Nogueres. Aquesta variació aporta gran quantitat de còdols procedents del N i NW i els sistemes de ventalls progradent sobre els nivells lacustres. Aquest reompliment acaba colmatant tota la cubeta i sobrepassen fins arribar a la Depressió de l'Ebre, on dipositen les fàcies més distals dels ventalls. Aquests conglomerats tenen un procedència majoritàriament de l'erosió del Paleozoic (Calcàries del Devonian) i conglomerats i gresos del permotries que proporcionen una coloració vermella, encara que també es poden trobar conglomerats provinents de l'erosió de cretaci inferior.

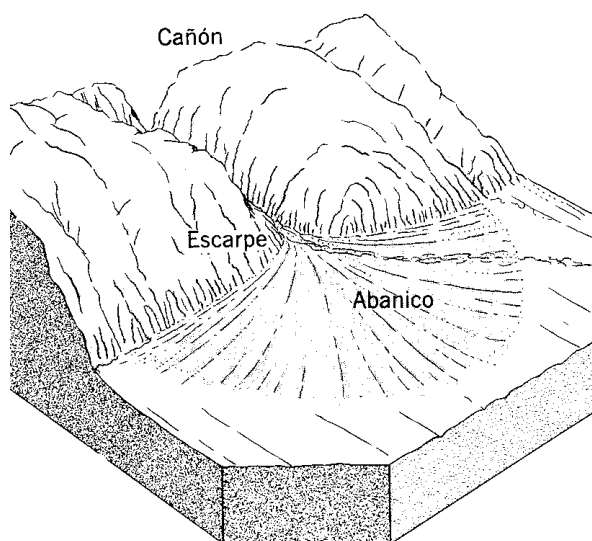


FIGURA 17.8. Abanico aluvial simple. (Según A.N. Strahler

Figura: Exemple de funcionament d'un vànol al·luvial com els que es desenvoluparen a les parts proximals en temps oligocens

[illegible]

L'erosió que va tenir lloc a finals de l'era Terciària i sobretot durant l'era Quaternària, durant els períodes glacials, fou molt intensa. Aquesta erosió va escombrar la major part dels conglomerats de les parts més baixes de les valls, deixant veure les roques, els fòssils i la disposició estructural (plecs i falles) de la sèrie mesozoica. Només a les parts més altes han quedat vestigis de conglomerats que han resistit el fort embat erosiu dels períodes glacials.

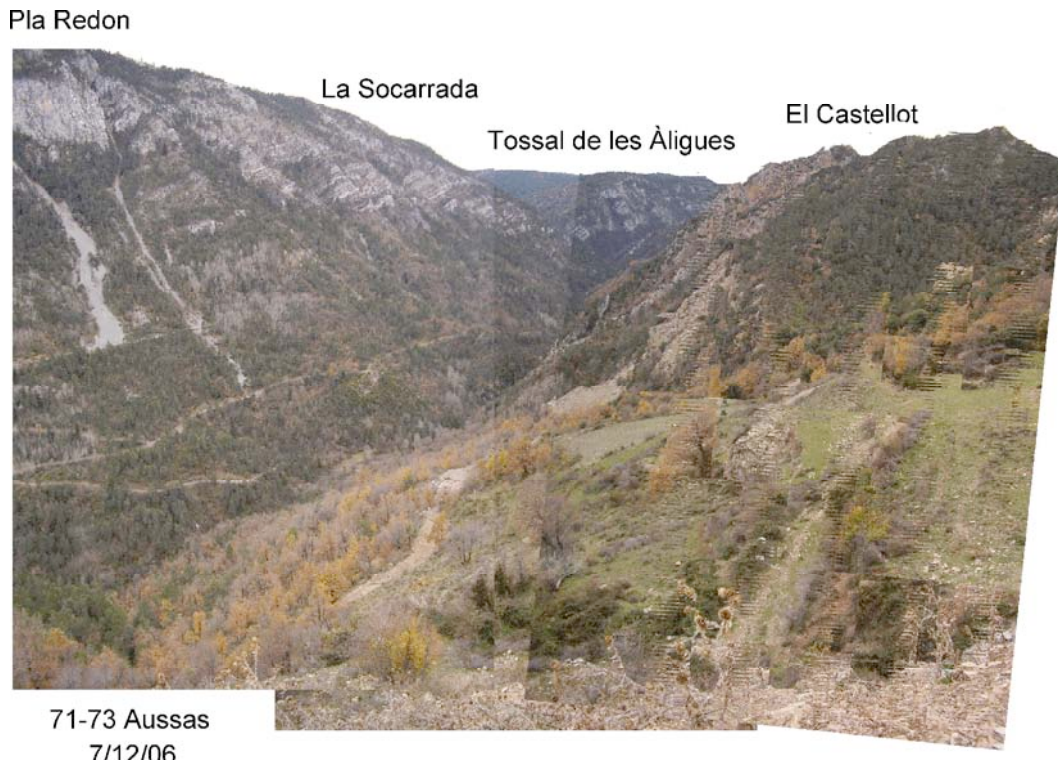
4 TRETOS GEOMORFOLÒGICS

El relleu actual on son presents els diferents tarters estudiats pot estar en relació amb la seva gènesi. En aquest sentit es passa a descriure els trets geomorfològics més rellevants associats amb els tarters.

4.1 Tarters de l'Alt Urgell

4.1.1 La Guàrdia d'Ares – Tahús

Aquesta part de les Valls d'Aguilar destaquen per presentar dues tipologies de relleu antagònics. Entre Noves de Segre i La Guàrdia d'Ares hi ha un important penyassegat amb una vall molt engorjada que ha capturat una antiga xarxa kàrstica.



Fotocomposició: Fotografia presa des d'Aussàs. Els plans somitals estan representats pel Pla Redon, mentre que el tossal de les Àguiles està format per diverses valls originàries d'antigues cavitats kàrstiques.

Per contra entre la Guàrdia d'Ares i Tahús el relleu es torna més suau i s'observen superfícies planes somitals (Plan Redon) i a mig vessant (Plan Descalç), que per una banda erosionen terrenys oligocens i per altra estan directament en relació.

En aquest sentit entre la Guàrdia d'Ares i Tahús existeix un bon exemple de superfície erosiva Intra-Oligocena que posa en relació el Plan Redon, el Plan Descalç i el fons de vall. Aquest fet indica que aquest relleu a existit poc pertubat des dels temps oligocens (>24 milions d'anys), fet totalment excepcional.

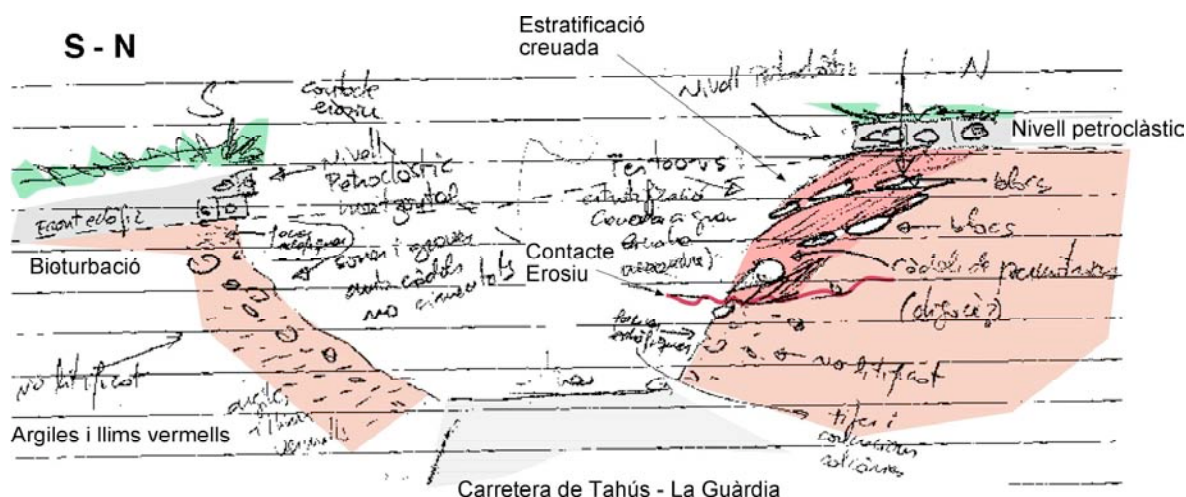
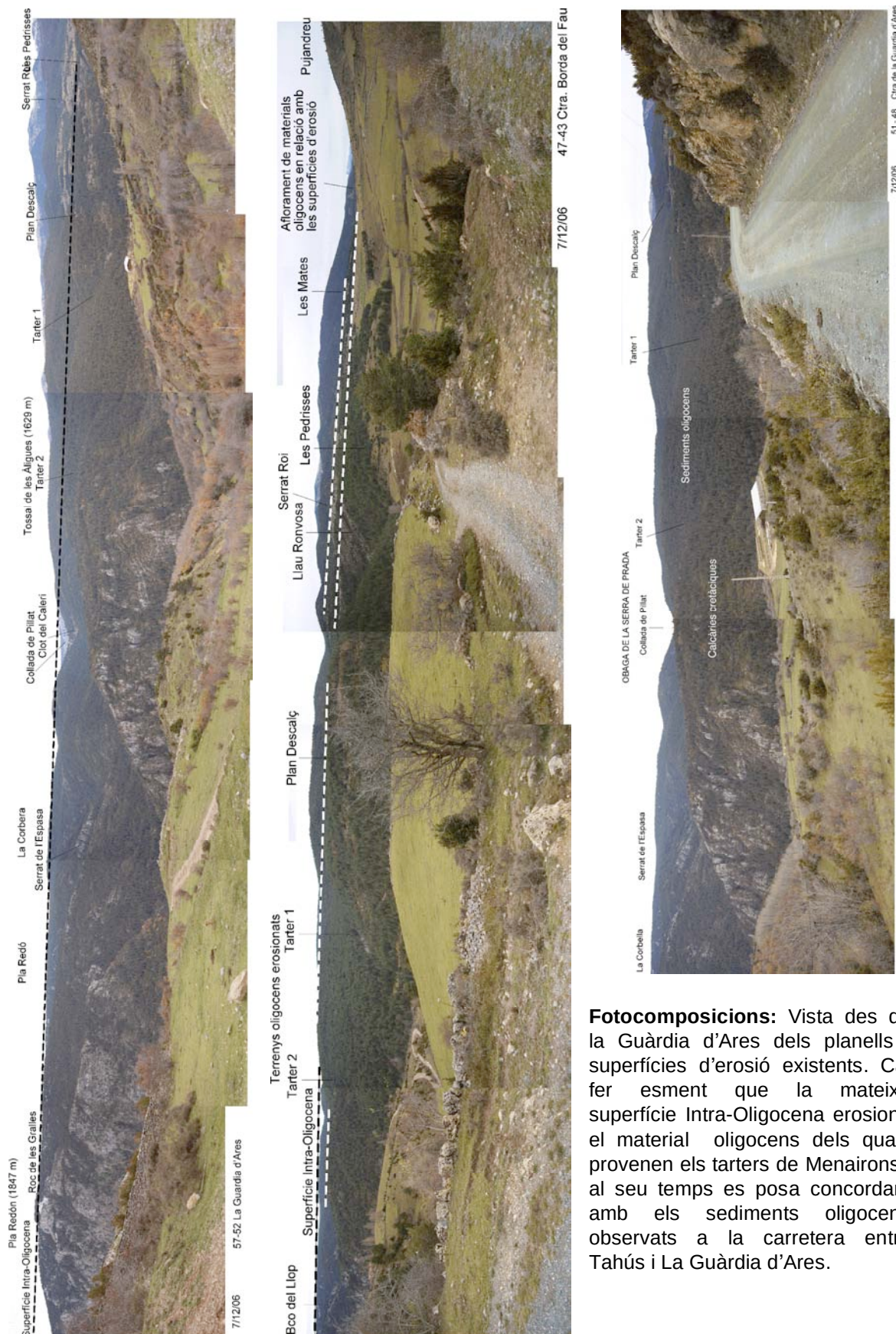
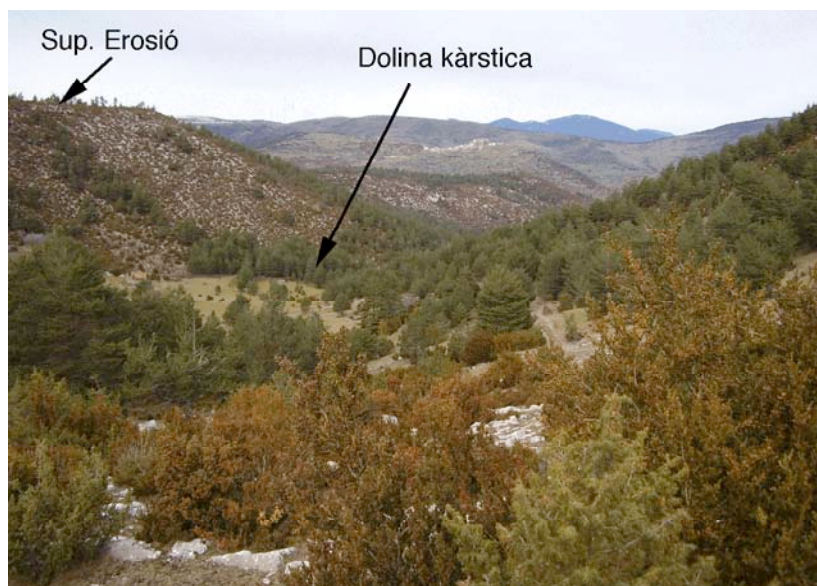


Figura: Aflorament de terrenys oligocens al fons de vall. En ells es poden observar contactes erosius amb llims d'inundació que es troben molt bioturbats, així com un important nivell petroclàstic a la coronació del talús de la carretera.



Fotocomposicions: Vista des de la Guàrdia d'Ares dels panells i superfícies d'erosió existents. Cal fer esment que la mateixa superfície Intra-Oligocena erosiona el material oligocens dels quals provenen els tarteres de Menairons i al seu temps es posa concordant amb els sediments oligocens observats a la carretera entre Tahús i La Guàrdia d'Ares.



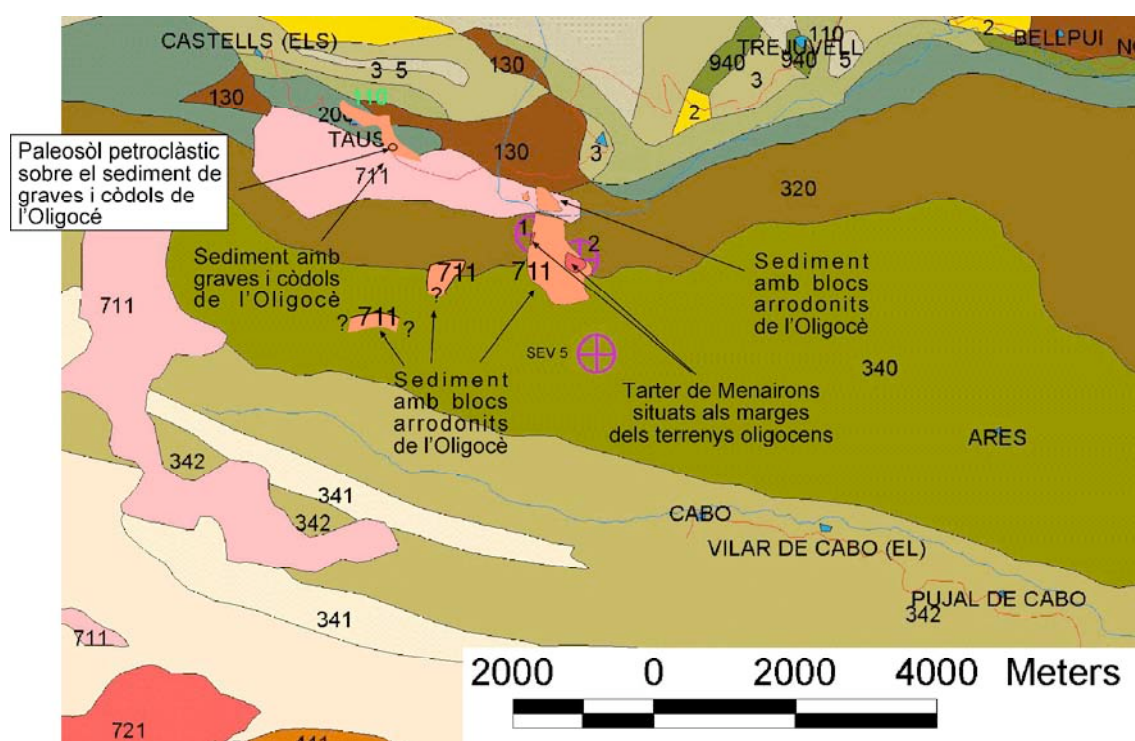
Fotografia: Visió des de la collada Pillat on es pot observar el clot del Calderí que presenta una forma semicircular que s'interpreta com una gran dolina kàrstica. Aquesta dolina s'hauria emplaçat posteriorment a la superfície d'erosió Intra-Oligocena.



Fotografia: Al fons de vall del Clot del Calderí es poden observar afloraments rocosos amb depressions kàrstiques.

Els tarters de Menairons se situen just a sobre dels materials oligocens amb presència de blocs i conglomerats. Aquests materials oligocens corresponen als que han estat parcialment arrassats per la superfície d'erosió Intra-Oligocena.

Els tarters se situen just als marges d'aquests materials oligocens. Els rocs que componen aquests tarters tenen el seu origen en els materials oligocens ja que la litologia i la morfologia és la mateixa. També cal destacar que els tarters estan ben desenvolupats en el sector obac de la vall, mentre que al sector de solana no s'han observat acumulacions importants de blocs, no obstant si que s'han observat blocs dispersos pel vessant de solana a Borda fel Fau.



Llegenda

711, Conglomerados; areniscas y lutitas. Oligoceno.

342, Margas y margocalizas con Ammonites; a techo con lutitas y lignitos. Cretácico inferior (Aptiense-Albiense)

341, Calizas bioclásticas con Rudistas y Orbitolinas; calizas margosas. Cretácico inferior (Aptiense-Albiense)

340, Calizas bioclásticas y calizas micríticas con lignitos. Facies Urgon.

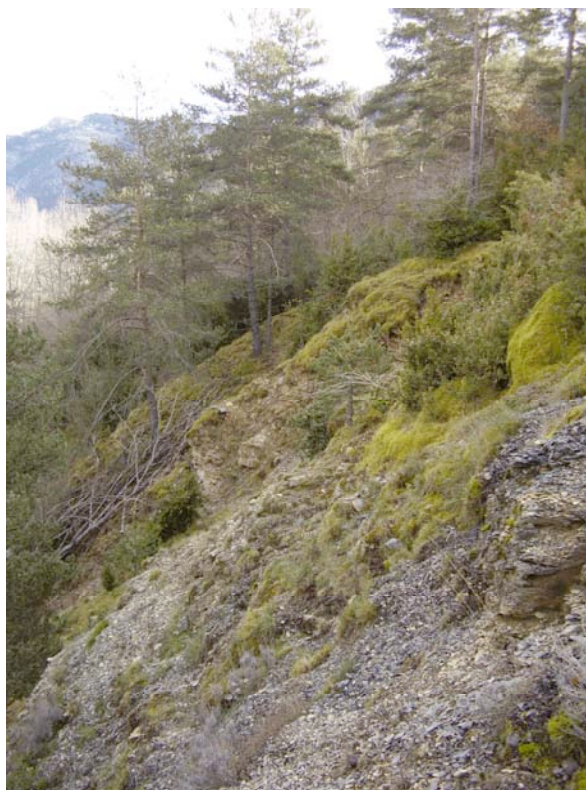
Mapa: En aquest mapa geològic de la confederació hidrogràfica de l'Ebre s'han situat els materials oligocens cartografiats. Aquests es disposen discordantment sobre les calcàries del Cretàcic. També s'han cartografiat els tarters de Menairons i es pot observar que estan estretament lligats als terrenys oligocens.



Fotografia: Borda del Fau situada a solana, sediments oligocens amb blocs rodons dispersos.



Fotografia: Visió de l'acumulació de blocs del primer tarter de la Guàrdia d'Ares, situat en el sector obac.



Fotografia: Els blocs del primer tarter de menairons poden ser seguits fins al fons de vall, lloc on la incisió fluvial separa els afloraments d'Oligocè de la solana dels de la obaga.



Fotografia: Visió del segon tarter de Menairons de la Guàrdia d'Ares, situat al límit entre els materials oligocens i les calcàries del Cretaci.



Fotografia: Visió d'una depressió dins del segon tarter de Menairons, hom suposa que aquesta forma pot ser degut al col·lapse d'una dolina calcària del substrat Cretaci, o bé a una forma d'acumulació lobular.

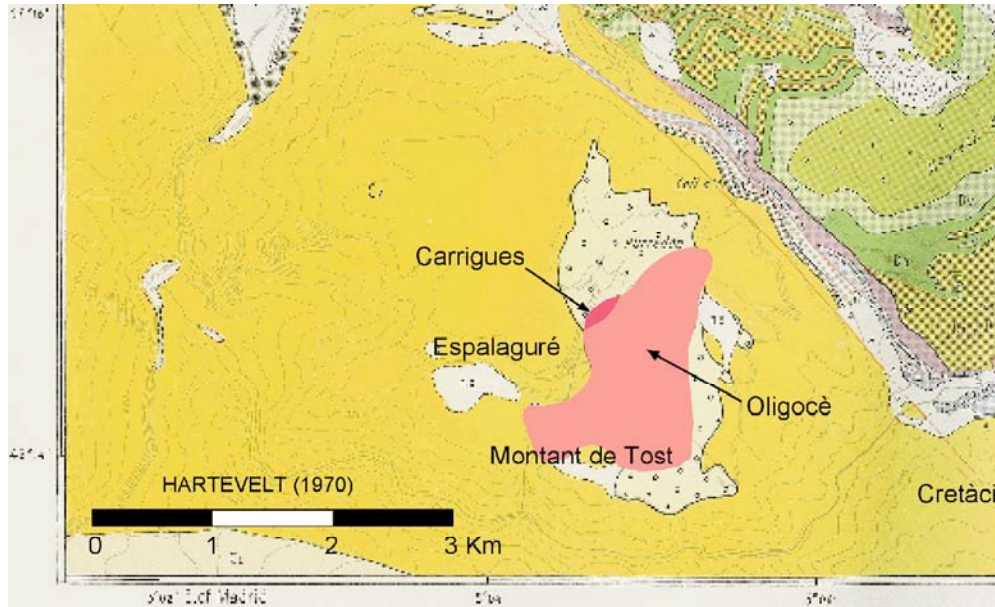
En els dos tarters de Menairons de la Guàrdia d'Ares s'han efectuat mesures escleromètriques amb el martell d'Schmidt per determinar el grau d'alteració dels blocs. El resultat promig per cada un dels tarters ha estat el següent:

Tarter	Valor	Desviació
1	651	167
2	597	204

De forma relativa s'observa que el primer tarter és més recent que el segon tarter de Menairons.

4.1.2 Montant de Tost

El sector de Montant de Tost presenta materials oligocens amb abundants còdols i blocs de l'era secundària (sobretot calcàries del Cretaci).



Mapa: Cartografia dels materials oligocens al sector de Montant de Tost.

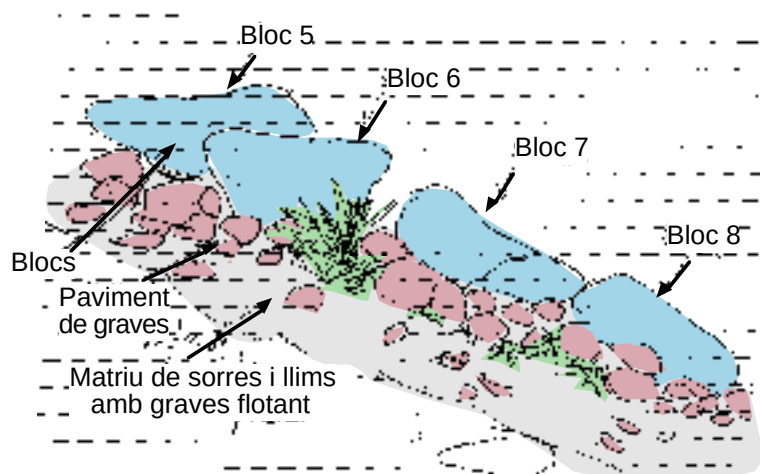
Per la litologia dels clasts que presenten corresponen a la primera fase de diposició de materials conglomeràtics de l'Oligocè. Aquests es disposen de forma discordant sobre els carbonats Cretàtics i presenten una extensió irregular per l'erosió que han experimentat posteriorment.

En tot el sector cartografiat s'han observat diverses acumulacions de rocs fets antròpicament (carrigues), no obstant al nucli d'aquestes acumulacions acostumen a observar-se blocs de gran mida.



Fotografia: La formació superficial (sediments de vessant) presenta abundants litologies locals que son originàries dels materials oligocens. Aquesta es disposa en el fons de les canals i ens indica que existeix una ciclicitat de la diposició dels materials en el vessant, que son erosionats i re-sedimentats.

Únicament ha estat identificat una acumulació natural a Espalagueré a la pista que surt d'aquest poble cap a Cal Ton. Actualment aquest indret ha estat aprofitat per passar la canalització de l'aigua potable i s'ha pogut observar l'estructura interna de l'acumulació de blocs.



Fotografia i figura: Blocs de carbonats dins de les carrigues de rocs. Aquests presenten una disposició lineal seguint el pendent del vessant i en un marge del contacte amb els terrenys oligocens. Els blocs es disposen sobre un estrat ordenat de còdols i aquests sobre un de sorres i llims, presentant el conjunt una granoselecció.

A la acumulació de blocs s'han efectuat mesures escleromètriques amb el martell d'Schmidt per determinar el grau d'alteració dels blocs. El resultat promig del tarter ha estat el següent:

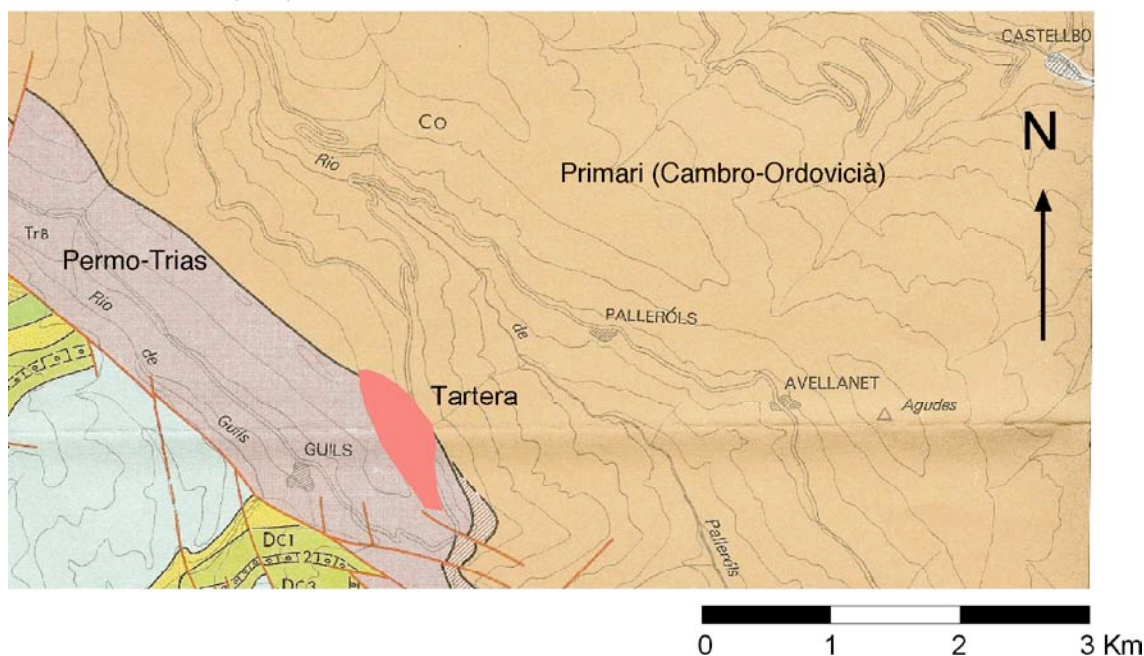
Tarter	Valor	Desviació
Espalagueré	463	158

Aquest resulta ser el tarter on els seus blocs presenten menor valor de resistència escleromètrica, fet que indica que és el més antic de tots.

4.1.3 Guils del Cantó

Seguint la carretera N260 des d'Adrall fins a Guils del Cantó, a una alçada propera a 1.600 m hom pot observar que la carretera travessa un tarter de blocs vermells del Permotrias. Aquesta litologia és la mateixa que la que està continguda en els materials oligocens de segona fase de sedimentació, amb blocs vermellosos com els de la Guàrdia d'Ares.

ZWART & ROBERTI (1976)



Mapa: Sector de Guils del Cantó on existeix una acumulació de blocs de tartera originàris dels terrenys permotriàsics.

Aquest dipòsit està orientat a l'obaga i resulta ser el producte de la erosió de l'espadat de Permotrias per gelifracció. A diferència dels tarters de Menairons aquí els blocs són cantelluts, però la litologia és la mateixa.

S'han efectuat mesures escleromètriques al tarter de Guils amb el martell d'Schmidt per determinar el grau d'alteració dels blocs. El resultat promig del tarter ha estat el següent:

Tarter	Valor	Desviació
Guils del Cantó	498	126

Els blocs d'aquest tarter presenten valors baixos fet que indica que segurament el tarter de Guils ja no es funcional.



Fotografia: Espadat de Guils del Cantó al peu del qual s'acumulen els blocs



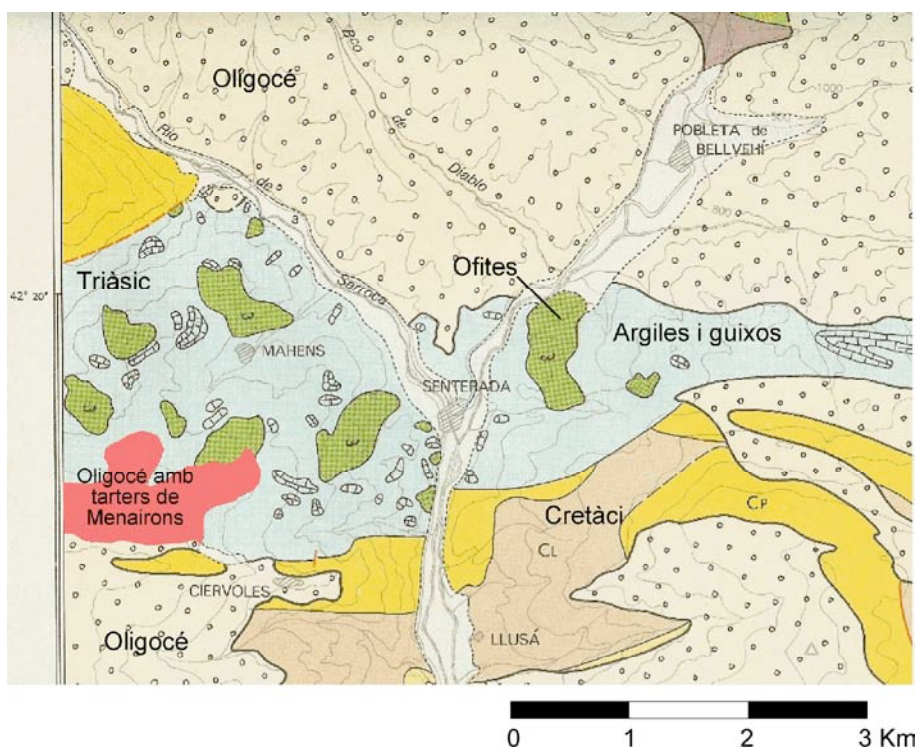
Fotografia: Acumulació de blocs cantelluts de Permotrias al tarter de Guils del Cantó

4.2 Tarters del Pallars Jussà

El motiu de continuar l'estudi pel Pallars Jussà fou pels comentaris que el Sr. Joan Ramón González havia fet al Sr. Josep Lluís Peña-Monné relatius a unes acumulacions de blocs esfèrics a la Serra de Sant Gervàs (Pallars Jussà). Seguint les indicacions del Sr. Josep Lluís Peña-Monné es va procedir a prospectar el sector entre el Flamisell i la Serra de Sant Gervàs, concretament el sector de Cèrvoles.

Efectuant aquesta prospecció diferents sectors d'interès foren motiu d'estudi. Per un costat les acumulacions de blocs alineades de Burguet, Serrat d'Espinau i Barranc de Naens. Per altra banda l'existència d'un vessant molt extens amb acumulació de blocs esfèrics al bosc de Cèrvoles.

No obstant a Senterada, just al nivell del fons de vall, una acumulació de gelifractes d'ofites del Keuper cridaven l'atenció del seu estudi. Aquestes s'ha observat que estan associades a un front morrènic glacial de la pretèrita gelera del Flamisell, resultant ser un indicador climàtic de primer ordre i que podria tenir relació amb els tarters de Menairons del bosc de Cèrvoles. En aquest sentit s'ha investigat altres punts de la vall del Flamisell que representaven ser també indicadors climàtics (Barranc de les Espones) o que presentaven una litologia favorable (la Pobleta de Bellvehí).

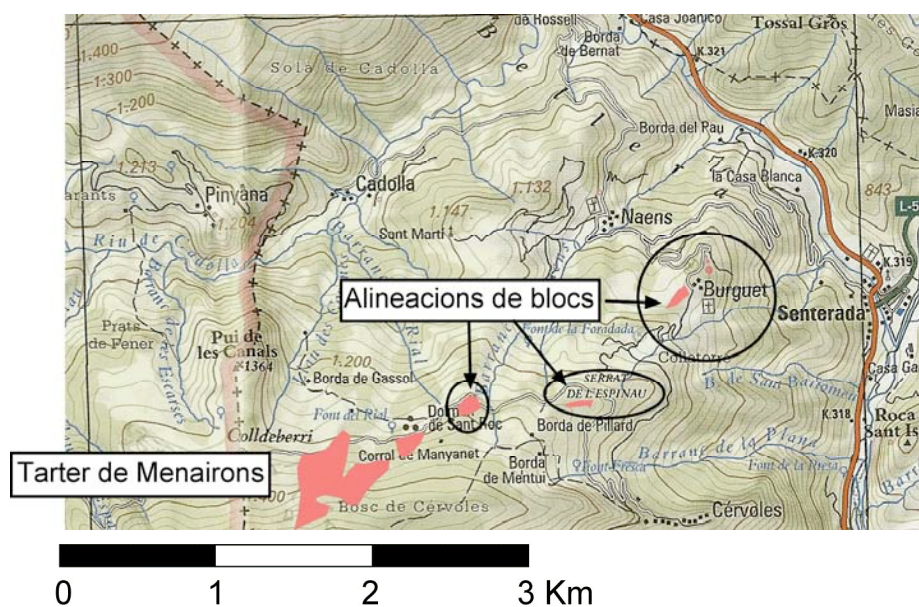


Mapa: Cartografia original de ZWART & ROBERTI (1976), situació dels tarters de Menairons

4.2.1 Alineació de blocs a Burguet, Serrat d'Espinau i Barranc de Naens

Tor el sector comprés entre Burguet i els caps del Barranc de Naens s'observen els sediments conglomeràtics de l'Oligocè. De la mateixa forma que en Espalgueré (Montant de Tost), el vessant presenta una formació superficial de gruix variable que denota el reciclatge dels materials oligocens.

Els diferents serrats morfològics com el de Burguet, Serrat d'Espinau i el Barranc de Naens s'observen acumulacions de blocs alineats. En el cas del Serrat d'Espinau presenten una estructura de granoselecció similar a la de les carrigues de Espalgueré. En el cas de Burguet s'ha observat que els blocs han experimentat moviment de forma posterior a la seva diposició, cal suposar que l'esfericitat dels blocs afavoreix aquesta possibilitat.



Mapa: Situació de les acumulacions de blocs esfèrics entre la vall del Flamisell i la del riu Noguera Ribagorçana.

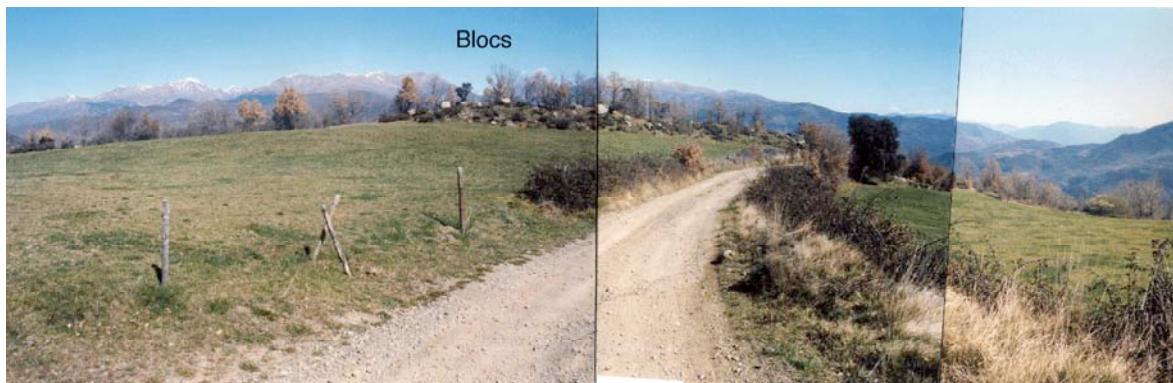
Els blocs han estat assajats amb l'escleròmetre de Schmidt per determinar el seu grau d'alteració. El resultat promig per cada un ha estat el següent:

Lloc	Valor	Desviació
Burguet	754	223
Serrat d'Espinau	735	174
Barranc de Naens	720	145

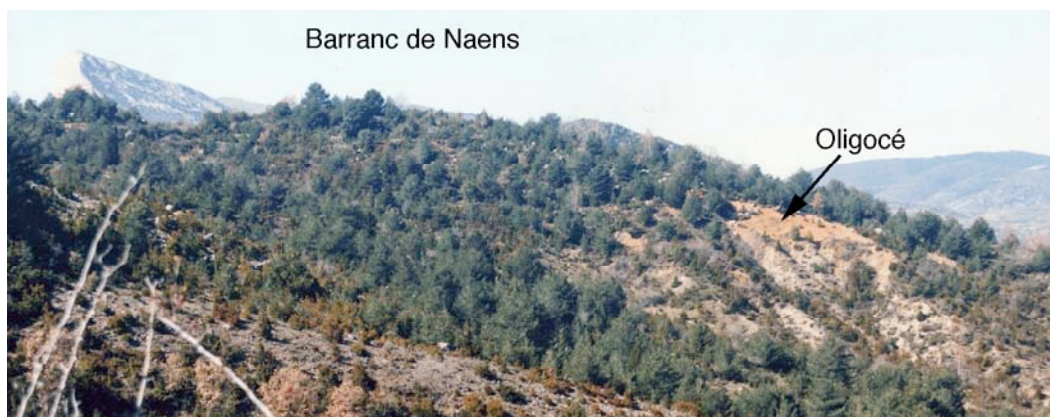
S'observa que tots presenten una edat similar i força recent ja que els valors obtinguts son dels més elevats.



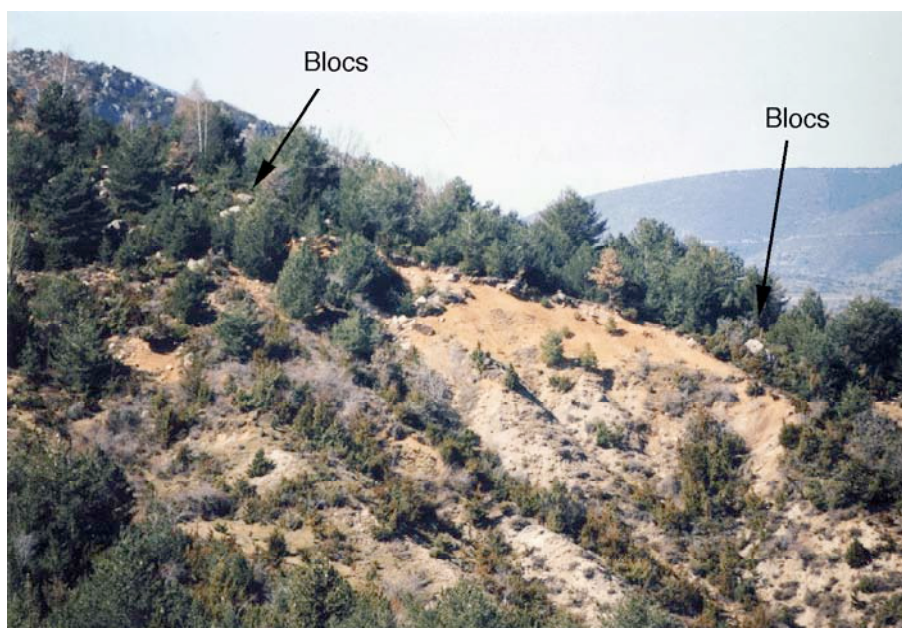
Fotografia: Acumulació de blocs alineats a Burguet. Primer pla del bloc que presenta evidències d'haver estat mogut, ja que l'alteració de la superfície del bloc és major a la part inferior que a la part superior i més exposada.



Fotografia: Acumulació de blocs alineats al Serrat de l'Espinau. S'observa que l'acumulació de blocs presenta una granoselecció, situant-se a la base els còdols i les graves



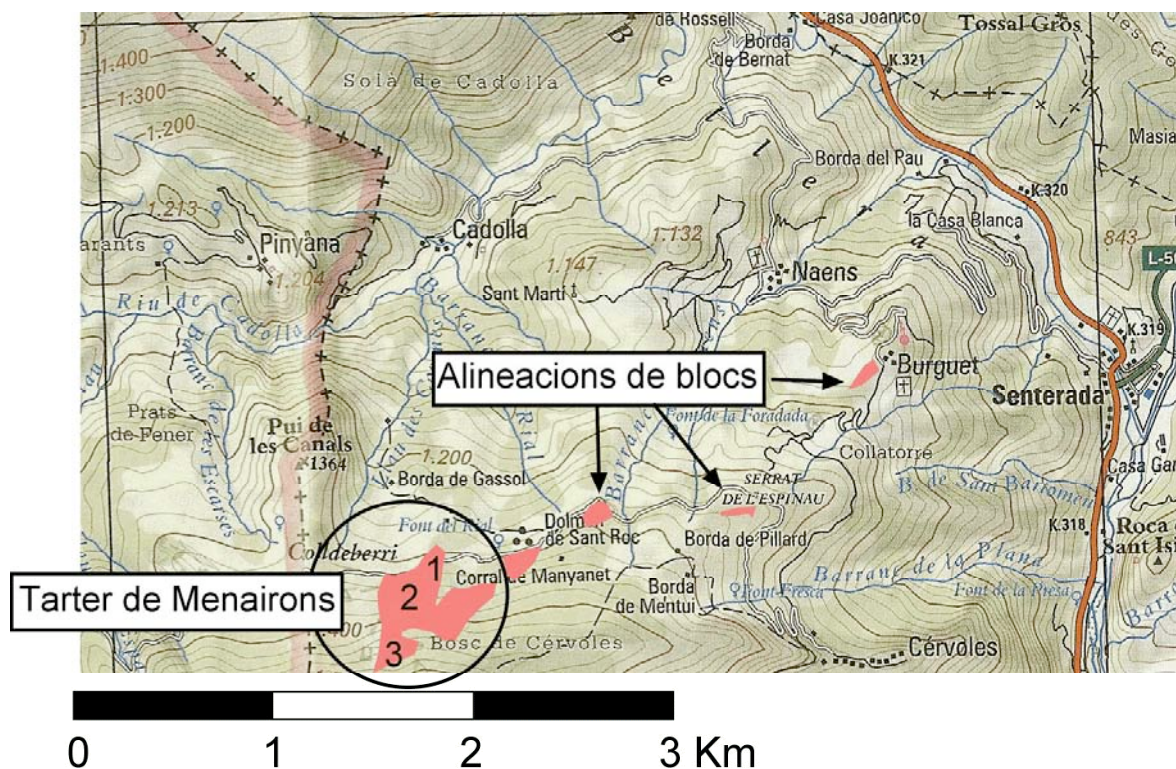
Fotografia: Visió dels materials oligocens discordants damunt de les calcàries dels guixos del Triàsic superior al Barranc de Naens.



Fotografia: Aflorament dels blocs sobre dels materials oligocens del barran de Naens

4.2.2 Tarters de Menairons del bosc de Cèrvoles

Seguint la pista que mena a Colldeberri cap a la Noguera Ribagorçana es pot observar tot un vessant sencer de blocs esfèrics vermellosos originaris de l'Oligocè. En aquest vessant s'ha observat morfològicament una successió de tarters que arriben a ser colonitzats per la vegetació a la seva part superior.



Mapa: Al present mapa s'han situat la localització dels tres tarters de menairons que són presents a l'obaga del bosc de Cèrvoles.



Fotografia: Visió del vessant amb acumulació de blocs esfèrics a peu de pista



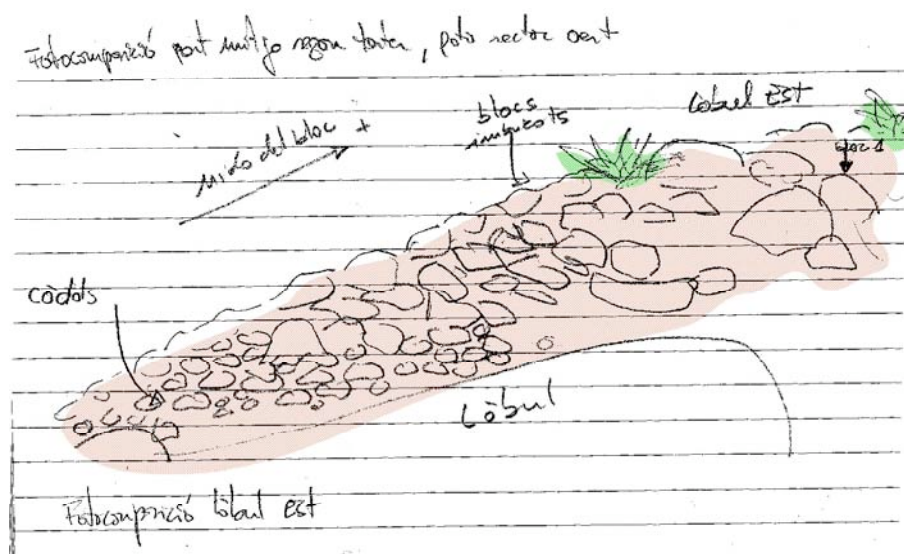
Fotografia: Primer tarter de Menairons situat a peu de pista de Colldeberri. Hom pot observar la important esfericitat dels blocs. També es pot observar que la litologia és la mateixa que per als tarters de Menairons de la Guàrdia d'Ares.



Fotografia: Visió del segon tarter de Menairons a mig vessant. S'observen lobuls de blocs separats per la vegetació que recolonitza el vessant.



Fotografia: Detall dels lòbuls presents al segon dels tarters del bosc de Cèrvoles.



Esquema: S'observa que els blocs menys grans se situen al peu dels lòbuls, mentre que els més grans es disposen preferentment a la part alta dels lòbuls. També s'observa que els clasts estan imbricats. Aquestes dues observacions ens indiquen que la ordenació dels blocs no ha estat efectuada per gravetat sino per fluxe.



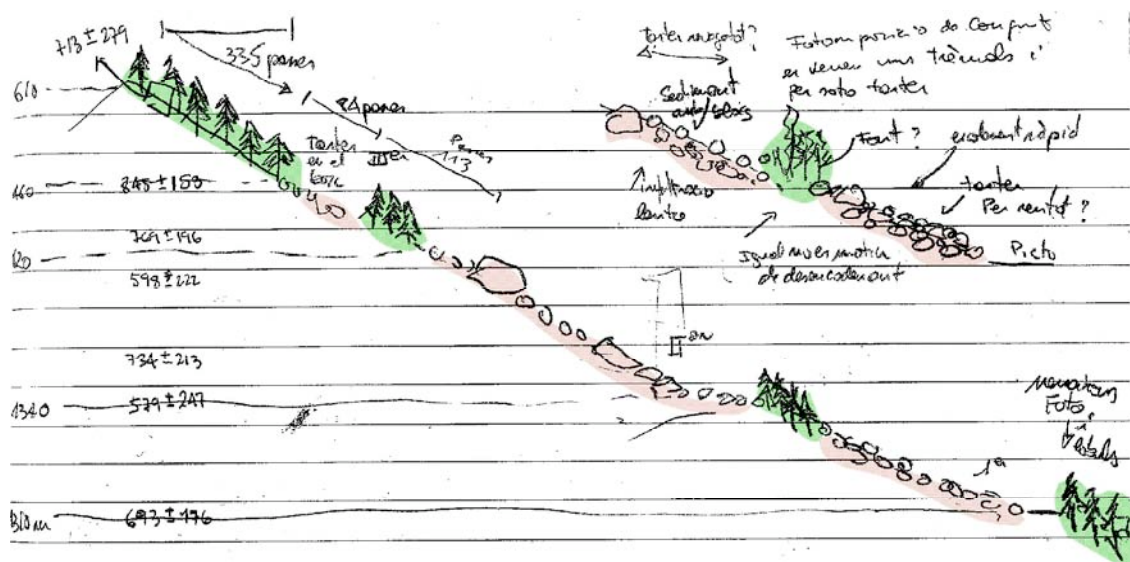
Fotografia: Entre el segon i el tercer tarter de Menairons el vessant està vegetat i s'observen blocs dispersos entre mig del bosc.



Fotografia: Acumulació de blocs esfèrics en el bosc de Cèrvoles. Bloc corresponent al tercer tarter de Menairons.



Fotografia: Part alta del bosc de Cèrvoles, s'observen blocs de gran mida dispersos entre mig del bosc.



Esquema: Al present esquema es mostra la successió existent de tarters, separats per un replà morfològic que està colonitzat per vegetació.

Els diferents tarters i blocs en el bosc han estat assajats amb l'escleròmetre de Schmidt per determinar el seu grau d'alteració. El resultat promig per cada un ha estat el següent:

Tarter	Alçada	Valor	Desviació
Part baixa del tarter 1	1310 m	693	176
Part alta del tarter 1		579	247
Part baixa del tarter 2	1340 m	734	213
Part alta del tarter 2		598	222
Bosc entre tarter 2 i 3	1420 m	769	196
Tarter 3	1460 m	845	153
Bosc per sobre del tarter 3	1610 m	713	279

S'observa que en general existeix una relació directa entre l'alçada i el valor de resistència escleromètrica, fet que indica que els darrers blocs en ser exposats a l'alteració són els més elevats. Aquest fet ens dona una idea del procés de formació dels tarters en aquest vessant, essent similar al d'una erosió remuntant.

Per altra banda si ens fixem en un mateix tarter observem que, tant al primer tarter com al segon, el peu de l'acumulació de blocs és més moderna que la coronació. Aquest fet indica que l'erosió del vessant s'efectua per trams altitudinals i que l'activitat dels blocs és superior a la part baixa (lòbuls) del tarter que a la part alta.

4.2.3 Acumulacions de blocs estudiats entre Senterada i Molinos

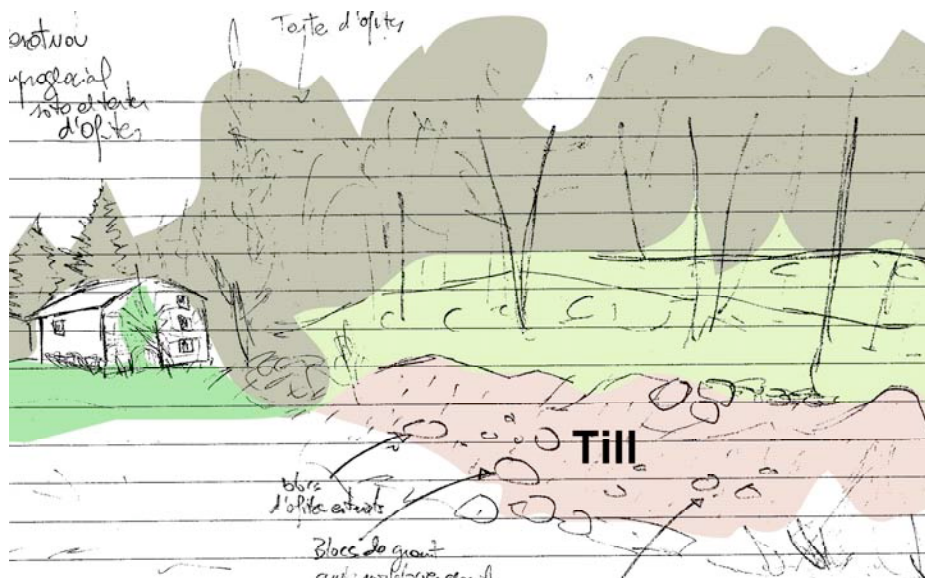
Donat que el fons de vall de Senterada presenta acumulacions no funcionals de clima periglacial, hom ha cregut convenient efectuar una descripció per tal de poder observar algun lligam climàtic amb els tarters de Menairons del bosc de Cèrvoles.



Mapa: Cartografia dels principals elements estudiats



Fotografia: Acumulació de gelifractes d'ofites del Triàssic al damunt dels dipòsits morrènics de Borda Casat Nou a Senterada. Aquest tarter d'ofites presenta lobulacions molt marcades.



Fotografia i figura: Dipòsit de till indiferenciat a Borda de Casat Nou de Senterada



Fotografia: Blocs morrènics de granodiorita en el vessant del Mas d'Erdo a Senterada. Aquesta acumulació glaciogènica constitueix la més meridional de la serralada Pirenaica d'un aparell glacial de fons de vall, i constitueix una troballa excepcional.



Fotografia: Blocs de Permotrias presents en els diposits de corrent d'arrossegalls de la Pobleta de Bellvehí a la borda del Rei.



Fotografia: Dipòsit de blocs de granodiorita al Barranc de les Espones de Molinos.

Les diferents acumulacions de blocs han estat assajats amb l'escleròmetre de Schmidt per determinar el seu grau d'alteració. El resultat promig per cada un ha estat el següent:

Tarter	Litologia	Valor	Desviació
Blocs morrpenics a Mas d'en Erdo (Senterada)	Granodiorita	406	172
Blocs morrènics a Borda Casat Nou (Senterada)	Granodiorita	386	115
Tartera d'Ofites a Borda Casat Nou lluny del vessant	Ofites	394	154
Tartera d'Ofites en connexió amb la morrena	Ofites	413	135
Tartera d'Ofites, part adosada al vessant	Ofites	455	158
Corrent d'arrossegalls a la Pobleta de Bellvehí	Permotrias	699	170
Morrena de retrocès, Torrent de les Espones a Molinos	Granodiorita	449	195

S'observa que els blocs morrènics de la fase de màxim avenç estan més alterades que les de la fase de retrocès. També s'observa que les ofites que se situen més a prop del vessant estan menys alterades ja que són les darreres en disposar-se. Finalment els blocs de la Pobleta de Bellvehí, clarament postglacials, presenten un elevat valor escleromètric i permet dir quins tarters són sin-glacials o post-glacials.

5 PROSPECCIÓ GEOFÍSICA EFECTUADA A LA GUÀRDIA D'ARES

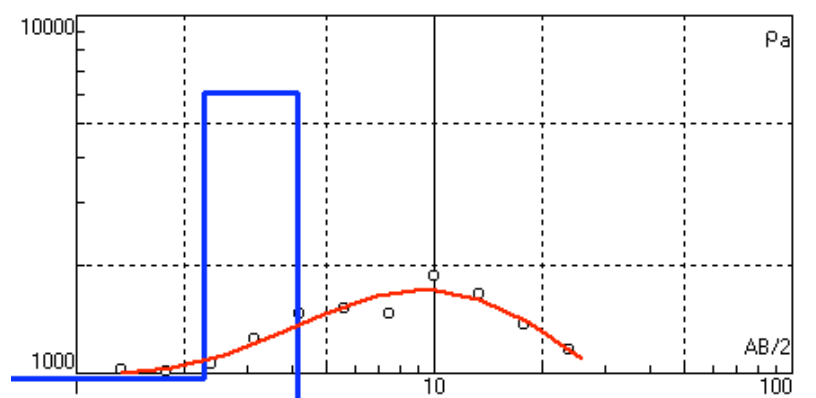
5.1 Prospecció geoelectrica realitzada a la zona d'estudi

La metodologia de la prospecció geofísica es pot consultar a l'annex de documentació del present informe.

5.1.1 Resultats de la campanya geoelectrica

5.1.1.1 *Sondatge elèctric vertical 1*

El present sondatge elèctric vertical 1 presentava una obertura de AB/2 igual a 23 metres. Es va realitzar en la part baixa del primer tarter del Menairons just en el camí que el creua. L'obertura de les ales es va fer en direcció E-W.



N-AB/2	SEV 1-23m	M-5,3%	K-2%	Min	Max
Ro1	966	1,01	957	975	
Ro2	6098	4,26	inf.	inf.	
Ro3	722	1,05	687	759	
h1	2,27	1,15	1,97	2,61	
H2	1,9	4,73	inf.	inf.	
Z1	2,27	1,15	1,97	2,61	
Z2	4,17	2,7	inf.	inf.	

Taula SEV 1: N-AB/2 SEV N°-distància AB/2 (m) M-% Model-Error K-% Equivalència-ajust
Min Valor mínim **Max** Valor màxim **Ro** Resistivitat (ohms*m) **H** Gruix (m) **Z** Fondària (m)

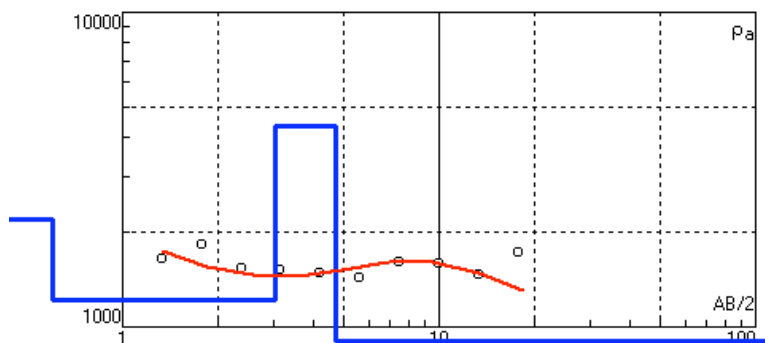
La corba ha estat interpretada com un model de tres capes, on la $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ de tipus K. La corba del SEV presenta una primera resistivitat amb uns valors alts de l'ordre dels 966 ohms*metres i que mostra un gruix proper als dos metres. Aquesta resistivitat ha estat interpretada com a nivell de blocs amb matriu. La segona resistivitat amb un valor molt més alt de l'ordre dels sis mil ohms*metre i un gruix similar al nivell anterior, aquest ha estat interpretat com a nivell de blocs sense matriu. La tercera resistivitat mostra una tendència a la baixa que ha estat interpretada com a substrat rocós mitjanament conductor (taula SEV1), que correspondria a calcàries bioclàstiques i calcàries micrítiques amb lignits d'edat Cretaci inferior. L'estudi de les equivalències mostra indeterminacions importants. Es calcula una fondària del substrat rocós entre quatre i cinc metres.



SEV 1 realitzat al camí al costat del primer tarter

5.1.1.2 Sondatge elèctric vertical 2

El present sondatge elèctric vertical 2 presentava una obertura de AB/2 igual a 17 metres. Es va realitzar a la part baixa el primer tarter a uns 15 metres a l'oest del SEV1. L'obertura de les ales es va fer en direcció E-W.



N-AB/2 SEV 2-17m	M-11%	K-2%	Min	Max
Ro1	2196	1,11	1981	2435
Ro2	1221	1,1	1114	1338
Ro3	4329	10	inf.	inf.
Ro4	900	1,12	804	1007
h1	0,6	1,28	0,467	0,77
H2	2,44	2,22	inf.	inf.
H3	1,66	10	inf.	inf.
Z1	0,6	1,28	0,467	0,77
Z2	3,04	1,98	inf.	inf.
Z3	4,7	4,18	inf.	inf.

Taula SEV 2: N-AB/2 SEV N°-distància AB/2 (m) **M-%** Model-Error **K-%** Equivalència-ajust
Min Valor mínim **Max** Valor màxim **Ro** Resistivitat (ohms*m) **H** Gruix (m) **Z** Fondària (m)

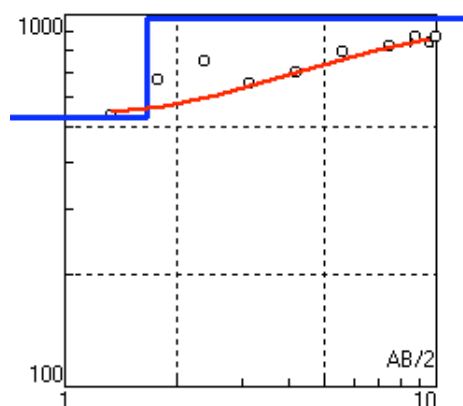


SEV 2 realitzat al camí davant del primer tarter

La corba ha estat interpretada com un model de quatre capes, on la $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4$ de tipus HK. La corba del SEV presenta les tres primeres resistivitats amb uns valors alts entre 1200 i 4300 ohms*metres i que mostra un gruix proper als cinc metres. Aquestes resistivitats ha estat interpretades com a nivell de blocs amb més o menys matriu. La darrera resistivitat mostra un valor a la baixa, de l'ordre dels nou-cents ohms*metre que ha estat interpretat com a substrat rocós mitjanament conductor (taula SEV1) aquest estaria a una fondària d'uns cinc metres. Els substrat correspondria a calcàries bioclàstiques y calcàries micrítiques amb lignits d'edat Cretaci inferior. L'estudi de les equivalències mostra indeterminacions importants. Es calcula una fondària del substrat rocós entre quatre i cinc metres. Cal destacar que l'elevat error que presenta el model ajustat es degut a la tendència que mostra el darrer punt de la corba de camp. Es considera aquest punt anòmal degut al contacte subverical que presenta el substrat amb els dipòsits amb blocs.

5.1.1.3 Sondatge elèctric vertical 3

El present sondatge elèctric vertical 3 presentava una obertura de AB/2 igual a 5 metres. Es va realitzar al costat del substrat que aflora en el camí, aquest s'utilitza per calibrar la resistivitat del substrat rocós. L'obertura de les ales es va fer en direcció N-S.



N-AB/2 SEV 3-5m	M-9%	K-9%	Min	Max
Ro1	529	1,05	505	554
Ro2	981	1,08	905	1063
h1	1,66	1,25	1,32	2,08
Z1	1,66	1,25	1,32	2,08

Taula SEV 3: N-AB/2 SEV N°-distància AB/2 (m) **M-%** Model-Error **K-%** Equivalència-ajust
Min Valor mínim **Max** Valor màxim **Ro** Resistivitat (ohms*m) **H** Gruix (m) **Z** Fondària (m)

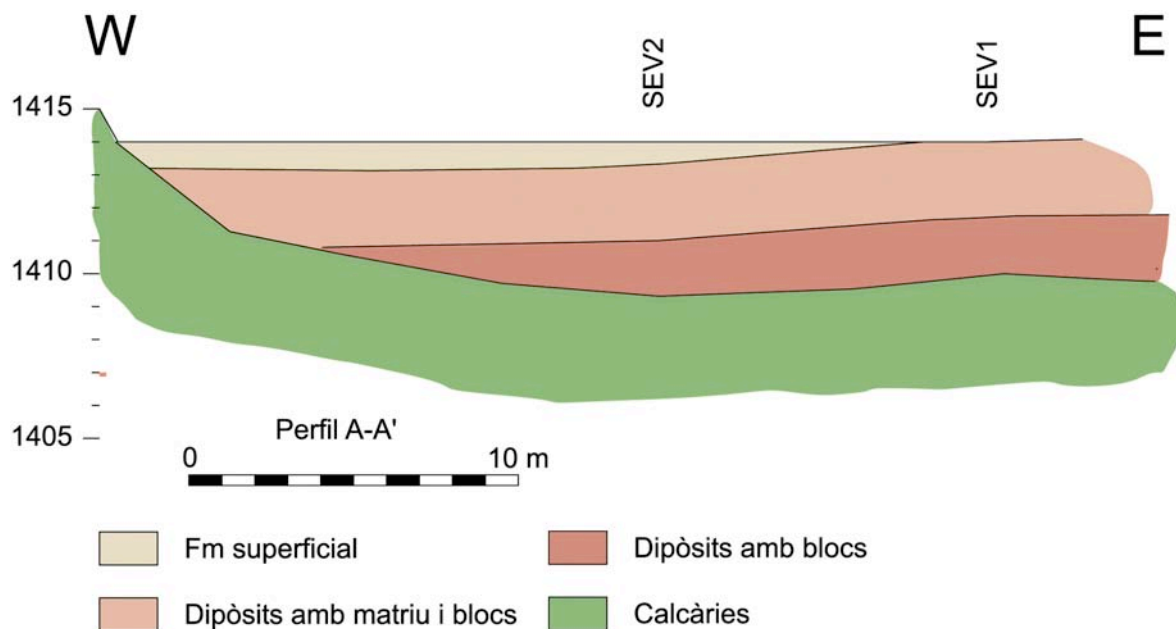


SEV 3 realitzat al camí al costat de l'aflament del substrat rocós al costat del primer tarter

La corba ha estat interpretada com un model de dos capes, on la $\rho_1 > \rho_2$. La primera resistivitat amb uns valors baixos de l'ordre dels 500 ohms*metres i que mostra un gruix d'un metre i mig. Aquesta resistivitat ha estat interpretada com a rebliment del camí. La segona resistivitat amb un valor més alt de l'ordre dels mil ohms*metre ha estat interpretada com a substrat rocós mitjanament conductor (taula SEV3). Els substrat correspondria a calcàries bioclàstiques i calcàries micrítiques amb lignits d'edat Cretaci inferior.

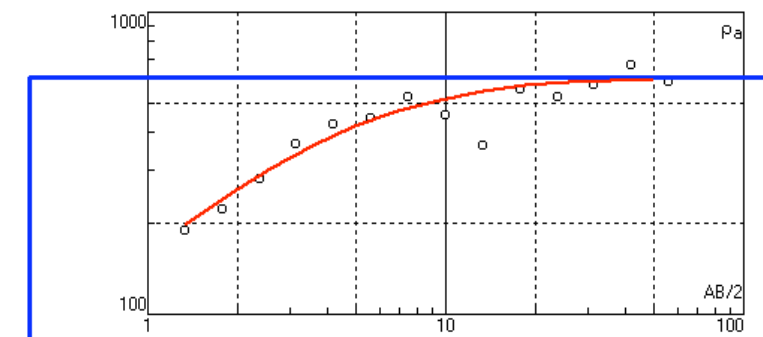
5.1.1.4 Interpretació SEV 1-2 i 3

El següent perfil està realitzat entre el SEV1, 2 i 3. Presenta tres unitats superiors; una primera, que aflora només en la part central i una segona i tercera unitats que està formada per blocs, la diferència entre aquestes dues últimes unitats es que la segona presenta una gran quantitat de fins i la tercera té menys quantitat de fins. Per sota es veu el substrat rocós a una fondària màxima d'uns cinc metres.



5.1.1.5 Sondatge elèctric vertical 4

El present sondatge elèctric vertical 4 presentava una obertura de AB/2 igual a 56 metres. Es va realitzar a la part baixa del segon tarter just al límit on finalitzaven els blocs. L'obertura de les ales es va fer en direcció NW-SE.



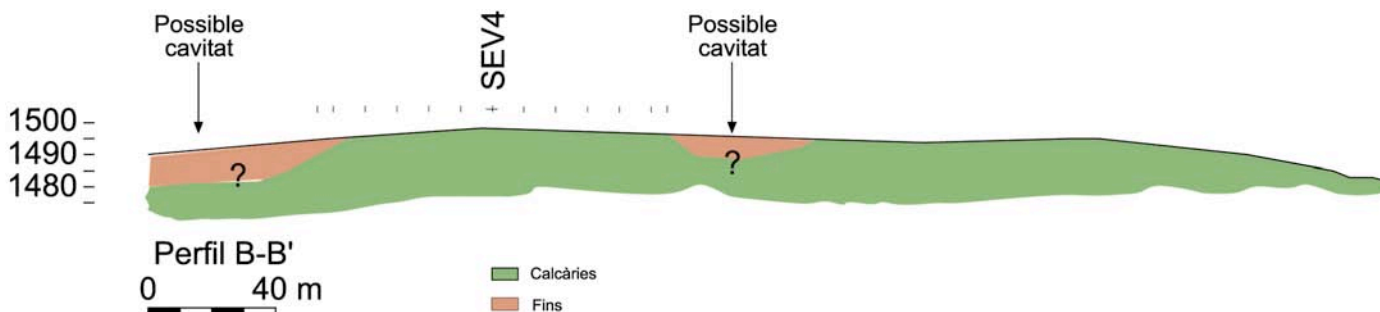
N-AB/2 SEV 2-17m	M-13%	K-2%	Min	Max
Ro1	80,9	1,63	49,7	132
Ro2	608	1	605	611
h1	0,401	1,66	0,241	0,668
Z1	0,401	1,66	0,241	0,668

Taula SEV 4: N-AB/2 SEV Nº-distància AB/2 (m) **M-%** Model-Error **K-%** Equivalència-ajust
Min Valor mínim **Max** Valor màxim **Ro** Resistivitat (ohms*m) **H** Gruix (m) **Z** Fondària (m)



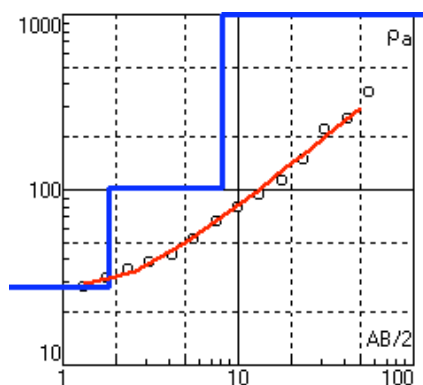
SEV 4 realitzat davant del segon tarter

La corba ha estat interpretada com un model de dos capes, on la $\rho_1 < \rho_2$. La corba del SEV presenta la primera resistivitat amb uns valors baix proper als 90 ohms*metres i que mostra un gruix d'un mig metres. Aquesta resistivitat ha estat interpretada com a nivell superficial. La segona resistivitat mostra un valor a l'alça que correspondria al substrat rocós format per calcàries bioclàstiques y calcàries micrítiques amb lignits d'edat Cretaci inferior. Presenta una anomalia marcada en el centre de la corba, que s'interpreta com a contactes laterals.



5.1.1.6 Sondatge elèctric vertical 5

El present sondatge elèctric vertical 5 presentava una obertura de AB/2 igual a 56 metres. Es va realitzar a la collada de Pillat. L'obertura de les ales es va fer en direcció NNW-SSE. Està situat al Clot del Calderí



N-AB/2	SEV 5-56m	M-5,3%	K-2%	Min	Max
Ro1		27,6	1,01	27,3	27,9
Ro2		103	1,09	94,7	112
Ro3		1000	1,08	928	1077
h1		1,84	1,05	1,76	1,93
H2		6,27	1,08	5,8	6,78
Z1		1,84	1,05	1,76	1,93
Z2		8,11	1,06	7,64	8,62

Taula SEV 5: N-AB/2 SEV N°-distància AB/2 (m) **M-%** Model-Error **K-%** Equivalència-ajust
Min Valor mínim **Max** Valor màxim **Ro** Resistivitat (ohms*m) **H** Gruix (m) **Z** Fondària (m)

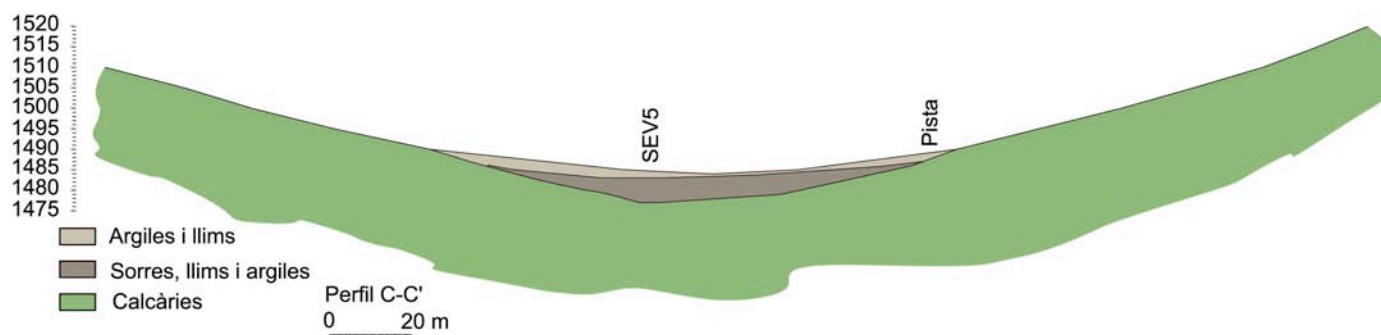
La corba ha estat interpretada com un model de tres capes, on la $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ de tipus A. La primera resistivitat amb un valor molt baix de l'ordre dels 30 ohms*metres i que mostra un gruix proper als dos metres. Aquesta resistivitat ha estat interpretada com a rebliment amb materials molt fins. La segona resistivitat amb un valor més alt de l'ordre dels cent ohms*metre ha estat interpretada com a rebliment més groller que l'anterior. Presenta un gruix d'uns sis metres. La darrera resistivitat està representada per valors propers a mil ohms*metres i ha estat interpretada com a substrat rocós mitjanament conductor (taula SEV5). Els substrat correspondria a calcàries bioclàstiques i calcàries micrítiques amb lignits d'edat Cretaci inferior.



SEV 5 realitzat al centre del Clot de la Collada del Pillat

5.1.1.7 Interpretació SEV 5

El següent perfil està realitzat amb el SEV5. Presenta tres unitats geològiques, Les dues primeres estan representades per valors baixos de resistivitat i que correspondrien a argiles, llims i sorres. La tercera unitat està representada per les calcàries del substrat rocós.



6 DISCUSIÓ

En funció de les investigacions realitzades i dels estudis comparatius efectuats s'enumeren una sèrie de punts que es consideren claus per al desenvolupament de tarters de Menairons. També s'aborda una classificació dels tarters estudiats en tres tipus.

6.1 La litologia favorable

Els terrenys favorables per al desenvolupament de tarters de blocs arrodonits, com els dels Menairons de la Guardia d'Ares, corresponen a materials d'edat oligocena (Terciari) de fàcies molt proximals, es a dir dipòsits continentals poc o nulament litificats ni cimentats. Aquest materials s'emplaçaren al peu de les elevacions emergides en formar-se els Pirineus, essent dipositats com a producte de la seva erosió en forma de ventalls al.luvials. Així doncs els trets litològics d'aquests materials oligocens queden molt marcats per la natura dels terrenys erosionats.

6.1.1 Característiques dels blocs presents a diversos tarters

En el cas de La Guardia d'Ares els materials de l'Oligocè presenten blocs de coloració vermellosa de fins a 3 metres de diàmetre, mentre que en altres indrets com a Cèrvoles (Pallars Jussà) aquests blocs poden arribar a ser de 80 m³. Aquests blocs són el producte de l'erosió dels conglomerats d'edat Triàssica i/o Pèrmica (transició entre el Secundari i el Primari) que tant abundants son entre el Pla de Sant Tirs i Noves de Segre. Concretament en el cas dels blocs de conglomerat presents a la Guàrdia d'Ares corresponen a l'erosió de la part basal dels terrenys del Permotrias, ja que aquests presenten clasts de quars, granits i de pissarres metamòrfiques.

En el cas de Montant de Tost els materials de l'Oligocè presenten abundants blocs calcàris i pocs conglomerats vermellosos. Aquest fet indica que l'àrea font dels materials oligocens corresponen al sostre del Permotrias i bàsicament del Cretaci (Secundari).

En el cas de Cèrvoles els materials oligocens són producte de l'erosió del Cretaci però també del Permotrias.

6.1.2 Fàcies i distribució de l'Oligocè de Tahús-La Guàrdia

Basicament es poden identificar dues fàcies sedimentàries ubicades geogràficament de manera antagònica.

6.1.2.1 Fàcies sedimentàries presents

6.1.2.1.1 *Fàcies proximals, predomini de blocs*

Aquests materials corresponen a les parts més proximals dels ventalls al.luvials d'erosió de la serralada Pirenaica en el moment del seu aixecament. Està formada per grans blocs de Permotrias i de materials calcàris del Cretaci.

En el sector de l'Alt Urgell existeixen dos grans afloraments d'aquesta fàcies de materials no consolidats, una a Montant de Tost i l'altra a La Guàrdia d'Ares i Tahús. Donat que els materials de Montant de Tost presenten una abundant quantitat de blocs que litològicament corresponen al Cretaci i al sostre del Permotrias, mentre que a la Guàrdia d'Ares i Tahús corresponen a la base dels conglomerats del Permotrias. Així doncs els materials oligocens de Montant de Tost varen ser dipositats primer que els de la Guàrdia d'Ares.

6.1.2.1.2 *Fàcies distals, absència de blocs*

Les fàcies sedimentàries dels materials oligocens sense blocs de conglomerats únicament s'han observat al fons de la vall de Tahús. La cartografia d'aquests materials indica una estreta relació amb la morfologia de la vall que drena cap a Baen en direcció del Baix Pallars (Pallars Subirà), estant en relació amb les superfícies Intra-Oligocens d'erosió esmentades per en PEÑA (1994) a les Serres Exteriors del pre-Pirineu.

Es poden observar les característiques sedimentàries d'aquests materials oligocens als talussos de la carretera LV-5134, concretament entre els punts quilomètrics 24 i 25. Just a la cruïlla de la carretera amb la pista que mena a Les Mates. En aquest sector s'han observat estructures sedimentàries com *festoons*, estratificació encreuada a gran escala (meandres), superfícies erosives i diversos paleosols entre episodis sedimentaris. Aquestes fàcies sedimentàries en el seu conjunt estan poc litificades, tot i què els materials sedimentaris que presenten estructures de corrent poden estar localment litificats o cimentats, mentre que els materials sedimentaris que presenten formació de sòls o llims d'inundació no es troben litificats. No obstant aquests darrers materials edàfics poden presentar importants nivells petroclàstics molt bioturbats.

Aquests materials corresponen a la part distal dels ventalls al·luvials oligocens i resulten ser producte de l'erosió de l'anterior fàcies sedimentària amb blocs de conglomerats.

En els moments en els quals els vànols al·luvials presentaven poca o nul·la activitat es desenvolupaven els paleosols, mentre que els moments amb important activitat aquests eren parcialment erosionats per canals que transportaven el material sedimentari cap a la conca.

6.2 Erosió, transport i sedimentació

Per a la formació dels tarters cal que els blocs s'acumulin (sedimentació) com a producte de l'erosió d'un material original, que en el cas estudiat correspon als materials no litificats de l'Oligocé. S'han observat diferents trets sedimentaris en els tarters estudiats de l'Alt Urgell i del Pallars Jussà que permet fer-se una idea del procés de formació, que tot seguit es comenta atenent a la morfologia dels tarters. En aquest sentit distingirem els tarters lineals dels tarters areals.

Els tarters lineals són aquells que presenten una clara disposició canaliforme, és a dir molt allargats i estrets, a la literatura són coneguts com "rius de blocs". Per contra els tarters areals són aquells que s'estenen al peu del vessant o en el mateix vessant de forma més o menys tabular, en la literatura es coneixen com a "vessant de blocs" (*rock slope*).

Han estat identificats tarters lineals a Montant de Tost (Alt Urgell), Burguet i Serrat d'Espinau (Pallars Jussà). Es tracten d'antics canals de blocs on l'erosió dels materials coalescents els ha permès aflorar, de manera que encara guarden la linealitat original del canal però estan desvinculats de la seva àrea font.

Han estat identificats tarters areals a la Guàrdia d'Ares (Alt Urgell) i al bosc de Cèrvoles (Pallars Jussà). Aquests tarters formen importants acumulacions de blocs adosades al vessant (cas de Cèrvoles) o bé al peu del mateix (cas de la Guàrdia d'Ares). Tenen com a tret característic que poden presentar acumulacions en forma lobulosa.

Existeix un cas intermèdi que presenta trets d'ambdòs. Es tracta del primer tarter de la Guàrdia d'Ares que morfològicament podria classificar-se com a tarter lineal, però també presenta una lobulació de gran radi que permetria classificar-lo com a tarter areal.

6.2.1 Tarters lineals

Com ja s'ha fet esment, en tots els casos de tarters de blocs arrodonits estudiats tenen el seu origen en els materials conglomeràtics de l'Oligocè no litificats, que tenen la propietat de que els blocs acostumen a ser suportats per la matriu, essent la matriu de graves i sorres.

En canvi en els sectors on apareixen les acumulacions de blocs en forma de tarters la matriu ha desaparegut per complert, la qual cosa implica un rentat de la mateixa per l'aigua. En aquests indrets la concentració de les granulometries més fines (sorres i fins) se situen a la base del tarter, per sobre de les quals s'emplacen partícules de granulometria més grollera (graves i còdols), essent el conjunt culminat pels blocs.

Certs indicis del procés sedimentari ha estat observat a Montant de Tost. Aquí els blocs presenten menor esfericitat que la resta de indrets estudiats, observant-se que els blocs estan orientats paral·lelament a la pendent del vessant, fet que implica que aquest procés de rentat ha estat en combinació amb un flux gravitatiu que permet l'orientació dels blocs.

La combinació d'un rentat de fins per l'aigua juntament amb un flux gravitatiu és equivalent a un *debris flow* (un corrent d'arrossegalls), o un "sosià" en la parla del Pallars Jussà. Un flux gravitatiu acompanyat d'aigua pot fer al mateix temps erosionar, transportar i sedimentar. Els indrets on erosiona deixa una cicatriu, el transport d'aquest material es canalitza linealment i al final del trajecte se sedimenta el lòbul del ventall. En aquesta tipologia de procés mixt entre gravitatiu i aquós els blocs s'acumulen en els canals (*channel lag*) mentre que les granulometries fines se les emporta l'aigua fins al lòbul del ventall. La forma d'acumular-se els blocs i els còdols passa per un rentat i una selecció granulomètrica vertical on els còdols terminen sent la catifa transportadora dels blocs situats al seu damunt. En aquests processos de transport i per aquesta granulometria tant grollera el procés que domina és el gravitatiu, de forma que els blocs terminen per orientar el seu eix principal paral·lelament a la màxima pendent.

En els casos estudiats de Montant de Tost a l'Alt Urgell, així com a Burguet i Serrat d'Espinau al Pallars Jussà es tracta d'antics "*channel lags*" (canals de blocs) on l'erosió dels materials coalescents permet observar actualment els blocs i la seva disposició sedimentària, guardant encara la linealitat original del canal.

Aparells sedimentaris de corrents d'arrossegalls existeixen com els descrits han estat observats a la Pobleta de Bellvehí (Pallars Jussà), essent actualment funcionals, la qual cosa implica que aquest procés és cíclic en el temps i finalitza quan el relleu topogràfic hagi estat regularitzat o bé tot el material susceptible d'esllavissar-se hagi estat erosionat.

6.2.2 Tarters areals

Igualment que pels tarters lineals aquests tenen el seu origen en els materials conglomeràtics de l'Oligocé no litificats. En aquest cas no existeix una desvinculació física entre l'àrea font del material i el tarter, si no que els tarters se situen sobre els materials oligocens o al peu dels seus vessants.

De la mateixa forma que pels tarters lineals la matriu original ha desaparegut per complet. En aquests indrets la concentració dels blocs presenta formes lobuloses i una classificació dels blocs en funció de la seva massa.

Certs indicis del procés sedimentari ha estat observat al bosc de Cèrvoles. Aquí els blocs presenten esfericitats similars a la dels tarters de la Guàrdia d'Ares i per tant aquestes observacions poden ser extrapolables. Al tarter del bosc de Cèrvoles s'observa que els blocs de major mida se situen més avall dels de menor mida, fet que indica un procés de selecció per gravetat (els blocs de més massa tenen més energia cinètica i arriben més lluny) on l'aigua ha tingut un paper poc important. Al bosc de Cèrvoles també s'han observat diferents generacions de tarters els uns sobre els altres separats per replans on la vegetació. La part frontal dels tarters queda delimitada per lòbuls amb blocs de gran mida. Finalment s'ha observat que aquest procés de formació de tarters l'un sobre l'altre és de caire remuntant, és a dir que els tarters situats més a dalt del vessant són els més moderns.

Certs indicis sobre el procés desencadenant d'aquest fenomen d'erosió i rentat de fins també ha estat observat al bosc de Cèrvoles. En aquest cas s'ha observat que els indrets on aflora una font en els materials oligocens per sota existeix un tarter. No obstant en el cas del segon tarter de la Guàrdia d'Ares no s'ha observat la presència de cap font d'aigua, però si que han estat detectades petites cavitats karstiques en el substrat calcari que denoten la pretèrita presència d'aigua.

6.2.3 Tarters mixts

Aquest és un cas exclusiu del primer tarter de la Guàrdia d'Ares. En primer lloc presenta una agradació granulomètrica vertical com la descrita pels tarters lineals. Aquesta gradació granulomètrica també ha estat descrita en la literatura atenent a fenòmens de clima periglacial. En segon lloc presenta un lòbul de gran radi a la seva part més externa, fet descrit per als tarters areals.

Per altra banda s'ha detectat que el primer tarter de la Guàrdia d'Ares està emplaçat sobre un tarter anterior i que aquest al seu temps es recolça sobre el substrat rocós. Entre el tarter inferior i el tarter superior existeix una capa de granulometries fines (sorres, llims i graves).

Aquest fet que denota que el procés és cíclic i que entre els dos tarters ha existit una fase de colmatació. Aquesta colmatació de material amb granulometries fines és originària dels materials oligocens, ja que està en contacte lateral amb aquests.

Amb aquests indicis es podria interpretar que l'acumulació de blocs fos el resultat d'un antic "*channel lag*", no obstant la disposició lobulada dels blocs ens denota que el procés està associada a la dinàmica del vessant.

Atenent a l'estructura estratigràfica observada a partir de la prospecció geofísica hom interpreta que entre els dos tarters s'ha esdevingut la sedimentació dels fins. Aquest nivell de fins hauria estat el producte de la denudació dels materials oligocens que posteriorment ha generat l'actual primer tarter dels Menairons. Atenent a l'estructura granulomètrica que presenta el tarter, el procés d'emplaçament de l'actual primer tarter de Menairons és per mitjà d'un flux, ja que aquesta estructura recorda molt a l'observada a Montant de Tost.

6.3 Procéssos del vessant

Les acumulacions de camp de blocs (tarters areals) com les de rius de blocs (tarters lineals) estan descrits a la literatura com formes d'acumulació pròpies de clima periglacial. En aquests casos l'origen dels blocs és habitualment del substrat rocós que, per acció del gel ha estat fragmentat i la matriu ha estat rentada per l'aigua de fusió.

Han estat observat processos periglacials entre el pic de Setcomelles (1.518 m) i el Coll de Boixols (1.300 m), com és el *toppling* que afecta a l'estratificació dels afloraments calcàris observables als talussos de la Ctra L511 al PK 22, que se inclús se situa a una alçada inferior a la dels tarters de Menairons (1.500 - 1.400 m). També s'han observat fenòmens periglacials al peu de la N260 a l'obaga de Guils del Cantó (1.600) on s'ha estudiat un tarter existent.

En aquest sentit cal fer esment que els tarters de Menairons areals se situen per sobre dels 1.300 m d'alçada i en el sector obac, on justament els processos periglacials poden ser més intensos. Aquest és el cas dels tarters de la Guàrdia d'Ares o el tarter del bosc de Cèrvoles. La resta d'acumulacions de blocs identificats (Montant de Tost, Burguet i serrat d'Espinau a Senterada) poden tenir diferents orientacions.

La denudació dels vessants on existeixen conglomerats de l'Oligocé produeix un rentat de fins que se sedimenta al peu del vessant. Aquesta denudació deixa a prop de la superfície gran quantitat de blocs. El blocs es remobilitzen pels processos que s'esdevenen al vessant i s'acumulen gravíficament al seu peu.

Si tot sembla indicar que l'aigua pot ser l'origen del rentat de la matriu dels terrenys oligocens i el desencadenant del procés d'erosió, el que no queda clar és si la magnitud del procés està condicionat a la quantitat d'aigua i el seu origen.

A la literatura s'han identificat processos d'ordenació de les partícules i rentats de fins en zones amb un important règim nival, fet que comporta que l'aport d'aigua quedi emmagatzemada fins l'època del desglaç. En el moment que es produeix el desglaç l'aigua de fusió pot produir el rentat dels fins.

Les diferents generacions de lòbuls en els tarters així com la seva estructura interna, observada al bosc de Cèrvoles, ens indiquen que també existeixen processos de flux en el vessant. Aixó significa que quan la pendent és molt elevada llavors es poden produir desencadenaments erosius que comporten la selecció del material en sedimentar-se.

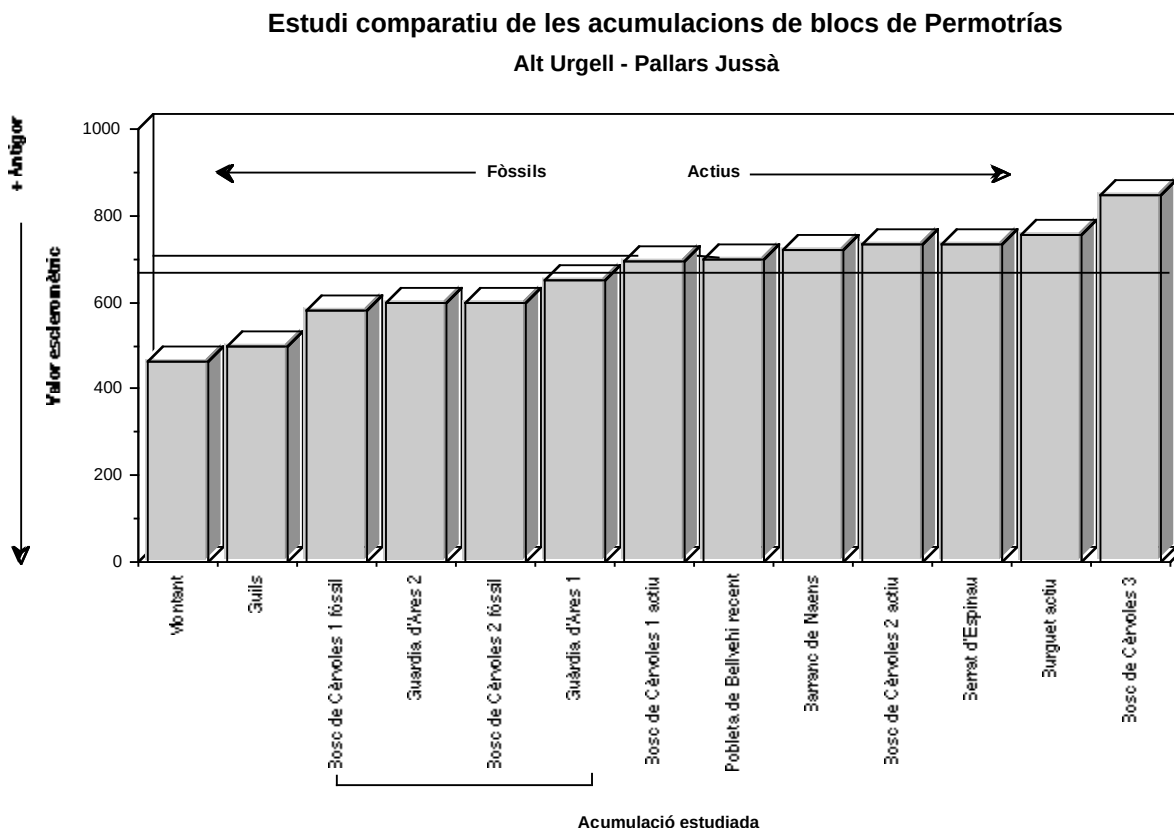
Així doncs l'origen de l'aigua que renta el sediment pot ser divers (precipitació, neu, aigua freàtica, gel en el sòl) pero l'efecte sembla ser similar pel fet que quan està en fase líquida renta el sediment.

La mobilització del material no sembla haver estat única. En aquest sentit a Montant de Tost i el Burguet el rentat pot haver succeït en sediments que retreballen els dipòsits oligocens. En el cas del bosc de Cèrvoles també s'ha observat que els blocs d'un mateix tarter presenten edats diferents en funció del lloc on es trobin, fet que denota una remobilització dels blocs a favor de la gravetat.

6.4 L'edat relativa de les acumulacions

A les diferents acumulacions de blocs del Permotrías s'han efectuat mesures escleromètriques amb el martell de Schmidt per determinar el grau d'alteració dels blocs. En aquest sentit aquesta metodologia s'aplica des de fa més de vint anys amb bons resultats sempre i quan s'efectuïn les comparacions per una mateixa litologia, mineral i superfície (alteracions superficials). Quan més elevat sigui el valor promig més recent serà la superfície assajada amb el martell de Schmidt i viceversa. Si al mateix temps que es prenen mesures hom es fixa en trets morfològics i de dinàmica de vessants, es pot establir si un determinat dipòsit és resultat d'un procés actiu o no. En el nostre cas han estat identificats moviments recents dels blocs a Burguet. S'ha associat com un procés actiu els blocs del corrent d'arrossegalls de la Pobleta de Bellvehí. S'ha interpretat com activitat recent el fet que el peu dels tarters del bosc de Cèrvoles presentin un valor escleromètric major que la coronació dels tarters.

Amb aquests elements s'han ordenat de major a menor valor escleromètric les diferents acumulacions de blocs estudiades:



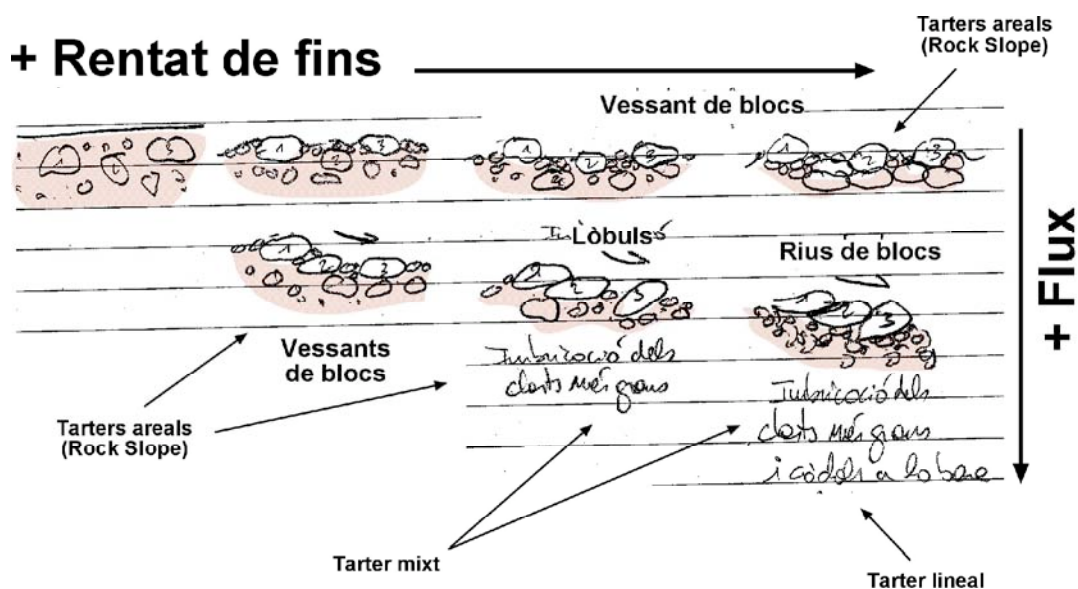
Gràfic: Identificació dels tarters i dipòsits de Permotrías associats a processos actius

7 CONCLUSIONS

Com a conclusions fer esment que els tarters de la Guàrdia d'Ares són el producte de l'acumulació de blocs de litologia del Permotriás, que es troben emplaçats en sediments conglomeràtics d'edat Oligocena, normalment en els sectors obacs dels vessants.

Acumulacions com les de la Guàrdia d'Ares han estat identificades al Pallars Jussà, concretament al bosc de Cèrvoles, mentre que acumulacions similars han estat observades a Montant de Tost (Alt Urgell), Burguet, Serrat d'Espinau i Barranc de Naens, tots ells a la vall del Flamisell. L'estudi comparatiu a permès establir tres tipologies de tarters de Menairons, els tarters areals que formen grans extensions de camps de blocs, els tarters lineals que formen rius de blocs i finalment els mixts que presenten característiques dels anteriors.

La manera de formar-se es basa sempre en un rentat de fins de la matriu dels conglomerats no litificats de l'Oligocè. Els rentat de fins pot efectuar-se per la precipitació, per aigües subterrànies, per la fusió de congestes de neu i per la fusió del gel en el sòl. En funció de la tipologia de clima existent, en el present però també en el passat, pot intensificar o aturar el procés de rentat.



Esquema: Esquema sintètic que relaciona les dues variables que condicionen la formació d'un tarter de Menairons, així com la tipologia de tarter resultant.

Donat que el substrat sobre el qual es desenvolupen els tarters de Menairons no està litificat, no són necessaris processos molt extrems (periglacials) per fer aflorar els blocs a la superfície, per aquest motiu els blocs de Menairons poden ser actius per diferents processos de rentat al mateix temps. En aquest sentit resulten ser uns bons sensors dels canvis en el clima i de les condicions d'erosió.

S'ha observat una ciclicitat en el procés de formació d'aquestes acumulacions de blocs de l'Oligocè. En aquest sentit cal fer esment que el primer tarter de la Guàrdia d'Ares se situa per sobre d'un tarter anterior. Aquesta ciclicitat del procés és reflexe de la ciclicitat climàtica.

En base al temps d'exposició dels blocs aquests poden presentar més o menys alteració. En aquest sentit l'estudi comparatiu ens posa de manifest que existeixen acumulacions de blocs que són post-glacials (holocens) i inclús encara actius, mentre que d'altres són clarament fòssils (del darrer cicle glacial) o fa poc que ho són. Aquest és el cas del segon i del primer dels tarters de Menairons de la Guàrdia d'Ares on els blocs del segon tarter presenta una alteració major que les del primer.

L'alteració dels blocs del primer tarter de la Guàrdia d'Ares resulten ser molt properes a les alteracions dels blocs de dipòsits que encara presenten indicis d'activitat, per la qual cosa hom correlacionarà aquest dipòsit amb l'event climàtic favorable més recent (la petita edat de gel).

L'alteració dels blocs de Guils del Cantó és similar a la dels tarters fòssils del bosc de Cèrvoles i al segon dels tarters de Menairons de la Guàrdia d'Ares. En aquest sentit hom interpreta que aquests dipòsits corresponen ja a la darrera glaciació, fet que permet assignar-los una edat de Pleistocè superior.

Finalment dir que l'estudi comparatiu permet dir que el procés d'acumulació de blocs producte del rentat de fins dels materials oligocens és actualment actiu a partir dels 1.500 metres d'alçada en els vessants obacs.

La Seu d'Urgell el 7 de juny de 2007



Valentí TURU i MICHELS
Llicenciat en Ciències Geològiques
(H93/310)



Xavier ROS i VISÚS
Llicenciat en Ciències Geològiques
Nº de col·legiat: 5220

8 BIBLIOGRAFIA

GARCIA SENZ J: Cuencas extensivas del Cretácico inferior en los Pirineos Centrales. Formación y subsecuente inversión. Barcelona Junio 2002. Departamento de Geodinámica y Geofísica UB p.310

HARTEVELT, J.J.A. (1970) The geology of the Central Pyrenees (Segre-Valira area), Sheet 10; 1:50.000, Leids Geologische Mededelingen

IGME (1991) Mapa geològic a escala 1:50.000 de Tremp, full 255, (Instituto Geo-Minero de España).

PEÑA, J. LI. (1994) Cordillera Pirenaica; In: GEOMORFOLOGIA DE ESPAÑA, GUTIÉRREZ, M. (Ed.), Editorial Rueda, Madrid, 159-224

ZWART H.J. & ROBERTI, K.F. (1976) The geology of the Central Pyrenees (Flamisell-Pallaresa area), Sheet 9; 1:50.000, Leids Geologische Mededelingen

GEO3



Geologia, cartografia, prospecció geofísica i
serveis científico-tècnics

ANNEX DE DOCUMENTACIÓ

A1

METODOLOGIA DE LA PROSPECCIÓ GEOELÈCTRICA APLICADA

Realització: **Valentí TURU i MICHELS**
Av. Príncep Benlloch 66-72
Edifici Interceus, despatx 308
Telèfon i fax: 321815 - 820323
[Email: geo3@andorra.ad](mailto:geo3@andorra.ad)
<http://www.igeotest.ad>

Expedient: **E-010-CCAU-010.12.06**

A1 METODOLOGIA DE LA PROSPECCIÓ GEOELÈCTRICA APLICADA

A1.1 Metodologia de la prospecció elèctrica

Els mètodes geofísics elèctrics s'utilitzen per determinar les característiques litològiques del subsòl, ja sigui de forma directa o indirecta. Segons sigui el camp elèctric utilitzat i la magnitud mesurada els mètodes poden classificar-se com segueix:

- * de resistivitat.
- * de potencials naturals o polarització espontània.
- * de potencials artificials.
- * de potencials induïts.
- * mètodes electromagnètics.

De fet, tots aquests mètodes es basen en la mesura de la resistivitat dels materials objecte d'estudi, però únicament en el grup dels mètodes de resistivitat es mesura de forma directa aquesta magnitud.

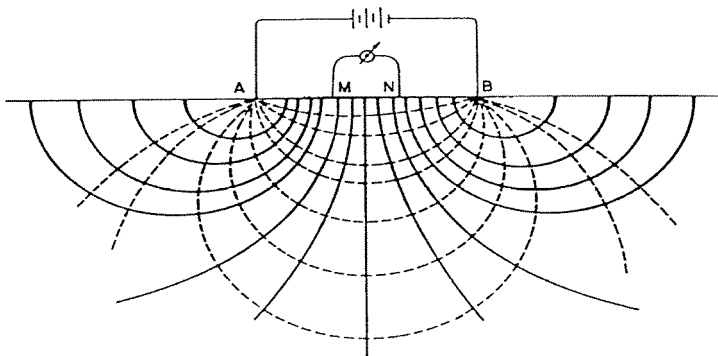
La resistivitat de les roques i els sediments és una propietat intrínseca, l'anomenada resistivitat real o vertadera. Aquesta depèn tant de les característiques elèctriques dels seus constituents sòlids com de les dels líquids i gasos que ocupen els espais buits que contenen, ja siguin porus i/o fractures.

El valor de la resistivitat R en ohms*m pot obtenir-se a partir de l'expressió següent:

$$Ra = K * (V / I)$$

on la que V és la diferencia de potencial mesurada en mil·livolts, I la intensitat mesurada en mil·liamperers i K una constant expressada en metres.

De forma general els mètodes de resistivitat s'introdueix en el subsòl un corrent elèctric mitjançant dos elèctrodes anomenats A i B i s'utilitzen dos elèctrodes addicionals, els M i N , per investigar el camp elèctric generat.



El circuit de corrent es complementa amb una font d'alimentació d'energia i un mil·liamperímetre, mentre que el de potencial requereix un mil·livoltímetre.

FIGURA 1

Dispositiu tetraelectròdic (Schlumberger)

Estudis geològics, geotècnics, geofísics, hidrogeològics, impacte ambiental, risc geomorfològic i serveis científic-tècnics.
Av. Príncep Benlloch 66-72, Dptx. 408-406, Andorra la Vella Telèfon i fax 321815-820323, <http://www.igeotest.ad>

Són possibles diferents disposicions dels dispositius electrònics, però generalment són preferibles geometries simples, lineals i a ser possible simètriques. A cada un dels dispositius li correspon una expressió diferent de la constant K , anteriorment referida.

Segons es desitgi investigar les variacions verticals o horitzontals de la resistivitat s'apliquen dues tècniques diferents, els anomenats Sondeigs Elèctrics Verticals (S.E.V.) o les Calicates Elèctriques (C.E.), respectivament.

En el cas que ens ocupa s'ha dut a terme una prospecció mitjançant la tècnica del Sondeig Elèctric Vertical, que utilitza un dispositiu tetraelectròdic del tipus Schlumberguer, que és un dels més utilitzats.

Aquest és un dispositiu lineal i simètric en el que els elèctrodes M i N estan situats entre els A i B, essent necessari que es mantingui una distància entre els elèctrodes del circuit de potencial inferior a la cinquena part de la distància que separa els elèctrodes del circuit de corrent.

Per obtenir lectures de resistivitats a profunditats progressivament majors cal anar augmentant la distància entre els elèctrodes. Cal dir que els valors de resistivitat que s'obtenen al camp són valors de resistivitat aparent, degut a que el subsòl no és un medi homogeni ni isòtrop.

Per obtenir les resistivitats reals dels materials investigats cal dur a terme un procés d'interpretació de les dades que actualment pot servir-se de software específicament concebut. En aquest procés primerament es realitza una primera interpretació automàtica d'ajust a la corba de camp, seguidament es realitza un ajust manual i finalment es restitueix el tram final de la corba de camp en funció del que caldria esperar en profunditat, sempre i quan hom disposi de les dades necessàries per poder realitzar aquest últim pas.

Les dades que s'obtenen al camp es representen en coordenades logarítmiques representant la variació de la resistivitat aparent en funció de la meitat de la distància que separava A i B al realitzar cada lectura.

El concepte teòric en el qual es fonamenta la prospecció elèctrica suposa la simplificació geològica d'una distribució de capes amb contactes planoparalels, de composició homogènia i distribució areal infinita. Qualsevol variació sobre aquest quadre teòric, les corbes de camp presentaran anomalies respecte a les teòriques.

La superfície sobre la qual es realitza la prospecció ha de ser plana, de forma que la topografia també pot influir sobre les corbes de camp trobades. Aquestes anomalies poden portar a interpretacions incorrectes en el número de capes o bé en la potència de les mateixes.

A1.2 Anomalies més comunes

Les situacions típiques són les que presenten anomalies a causa d'una topografia acusada o bé per una situació geològica complexa en profunditat.

Hom es referenciarà en aquest capítol sobre el treball de POUS *et al*, (1996).

A1.2.1 Anomalies topogràfiques

Les anomalies topogràfiques distorsionen les pendents de les corbes de camp. L'efecte és similar a l'obtingut en un medi estratificat, però les pendents són superior als 45° per presència d'aire, el qual representa un contacte lateral resistiu.

Aquest efecte es veu atenuat per llargues distàncies d'AB/2 (**figura 2**).

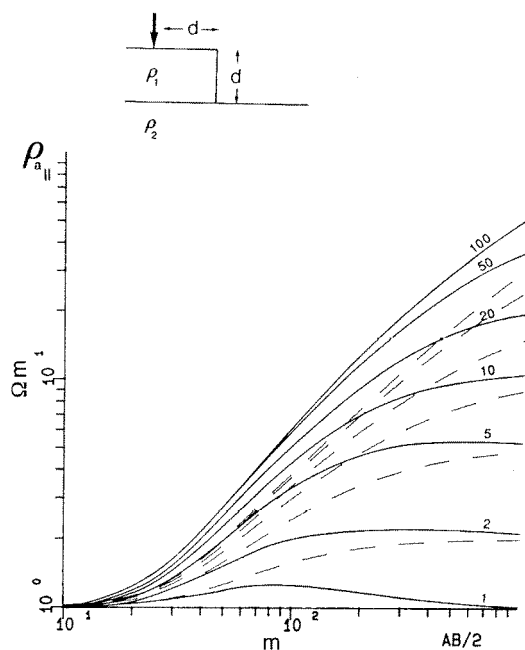


Figura 2: Efecte topogràfic. Únicament s'ha calculat per una configuració paral·lela. Paràmetres del model: $\rho_1 = 1 \text{ } \Omega\text{m}$, $d = 25 \text{ m}$ i ρ_2 variable. Les corbes del model estratificat teòric s'han representat a les línies discontinües per diferents valors de ρ_2 . Les resistivitats aparents estan en Ωm i les distàncies mitges entre els elèctrodes de corrent (AB/2) en metres.

A1.2.2 Anomalies geològiques

Els models geològics que suposen un problema d'interpretació són bàsicament el de l'existència d'un sòcol que presenti un relleu, tipus *Horst* (elevació del sòcol) o *Graben* (depressió del sòcol).

La forma de poder identificar l'existència d'aquestes estructures en profunditat resulta ser el de realitzar diferents sondatges de forma paral·lela i perpendiculars a l'eix de l'estructura.

Les corbes que es troben afectades per una anomalia d'aquest tipus es poden identificar per que les corbes de camp detecten el sòcol amb una pendent superior a 45° quan existeix un contrast de resistivitats important entre la formació superficial i el sòcol.

En el cas d'un *Horst* (**figura 3**) cal comparar els resultats de les interpretacions d'una disposició del dispositiu de forma paral·lela i perpendicular a l'eix de l'estructura. Quan el dispositiu es troba paral·lel a l'estructura i apartat del *Horst*, la influència sobre les corbes resulta ser negligible.

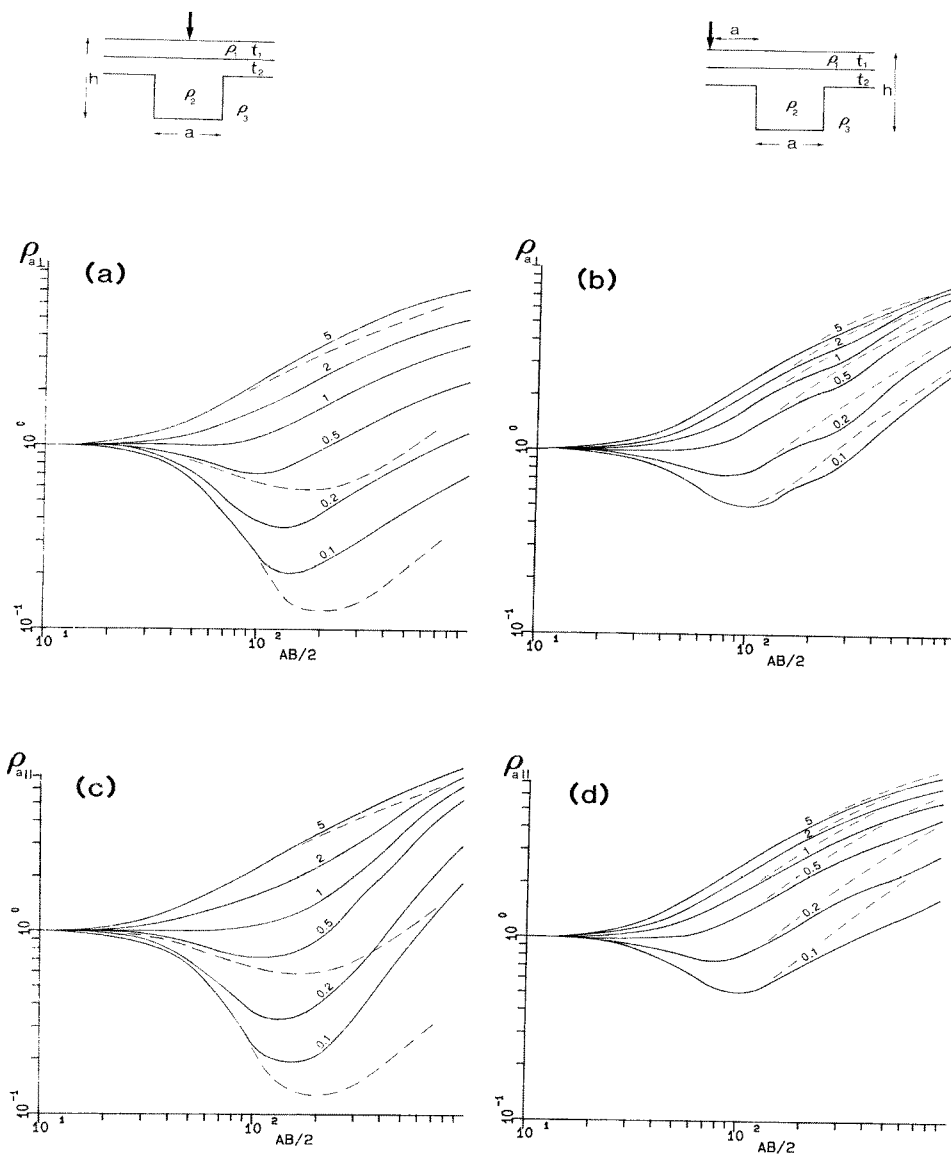


Figura 3: Model d'elevació. Corbes perpendiculars (a, b) i paral·leles (c i d) a l'orientació de l'estructura. Les fletxes representen els centres dels sondatges. Els valors dels paràmetres del model són: $\rho_1 = 1 \Omega m$, $\rho_3 = 1 \Omega m$, $t_1 = 30 m$, $t_2 = 220 m$, $h = a = 250 m$. Les resistivitats de la formació superficial (ρ_2) es variable i els valors s'han representat a les corbes. Les línies sòlides corresponen a un model 1D en el sondatge.

En el cas d'un *Graben* resulta ser menys conflictiu, únicament es produeixen corbes amb inclinacions majors de 45° quan el centre del sondatge es troba situat en el *Graben* (figura 4).

238

J. Pous et al. / Journal of Applied Geophysics 35 (1996) 237–248

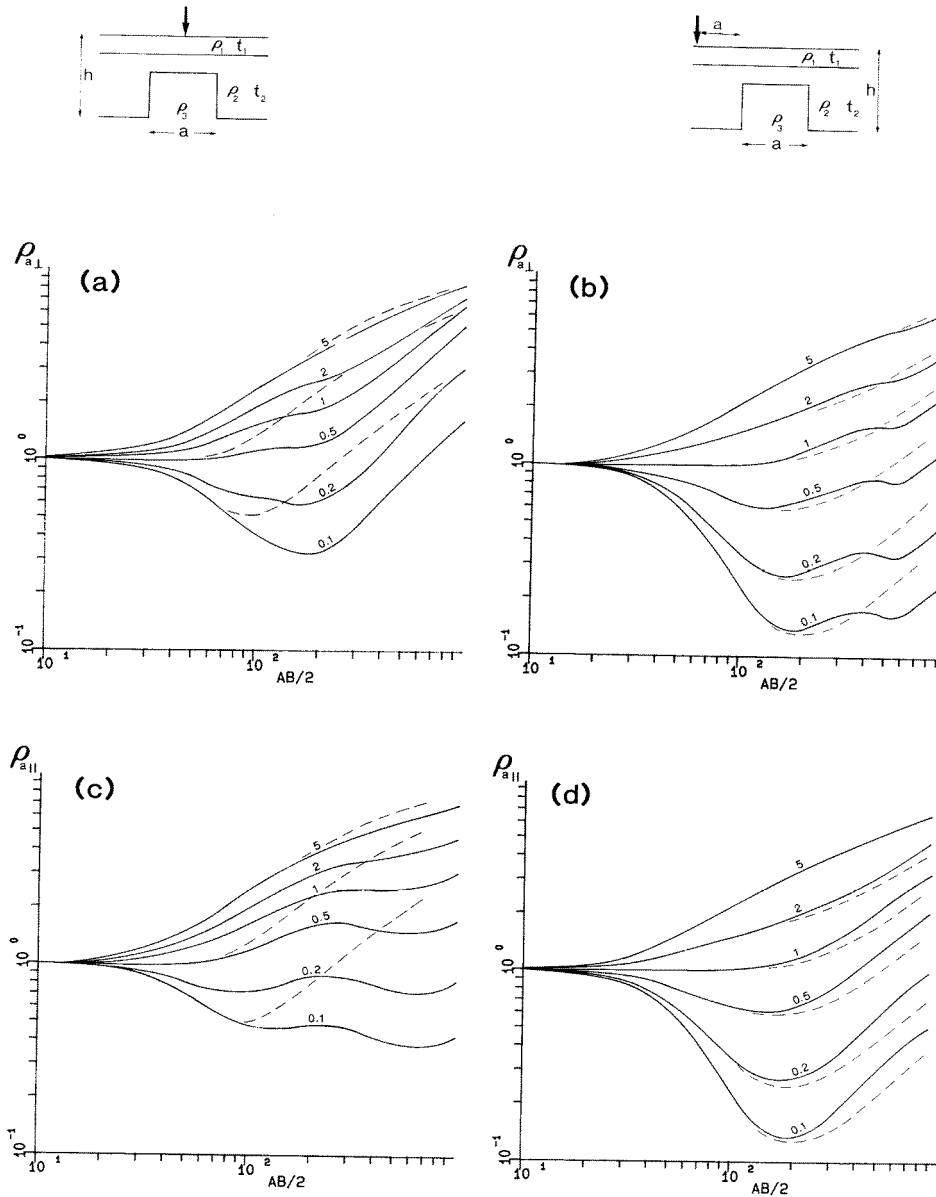


Figura 4: Model de depressió. Corbes perpendiculars (a, b) i paral·leles (c i d) a l'orientació de l'estructura. Les fletxes representen els centres dels sondatges. Els valors dels paràmetres del model són: $\rho_1 = 1 \Omega m$, $\rho_3 = 1 \Omega m$, $t_1 = 30 m$, $t_2 = 220 m$, $h = a = 250 m$. Les resistivitats de la formació superficial (ρ_2) es variable i els valors s'han representat a les corbes. Les línies sòlides corresponen a un model 1D en el sondatge.

Quan el centre del sondatge es troba situat fora del *Graben*, únicament es produeix una petita inflexió en les corbes de camp per un dispositiu configurat de forma perpendicular al *Graben*. Si la configuració és paral·lela les pendents resulten ser menors que les teòriques i la seva influència no és important per petits contrastes de resistivitat. En el cas de l'existència d'una inhomogeneïtat lateral es distorsionen les corbes de resistivitat aparent (**figura 5**).

Les corbes que s'obtenen en una configuració perpendicular del dispositiu presenten un pic a l'indret on l'elèctrode travessa el contacte verticalitzat (**figura 5 a**) i seguidament les corbes tendeixen a ser asimptòtiques a un mateix punt. Quan la configuració es paral·lela no apareix aquest pic.

La **figura 5b** mostra l'efecte de diferents contrastes de resistivitat i amb pendents que sobrepassen els 45°. No obstant aquests efectes tendeixen a desaparèixer amb importants obertures dels elèctrodes.

J. Pous et al. / Journal of Applied Geophysics 35 (1996) 237–248

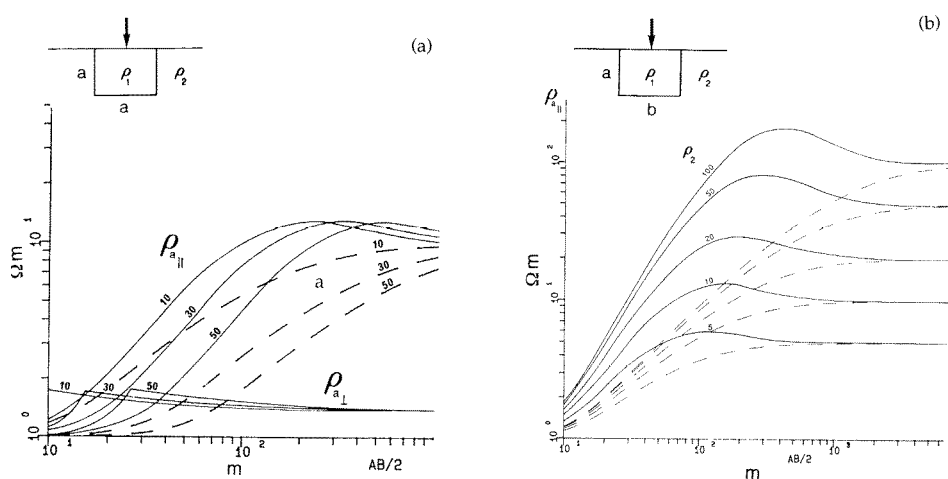


Figura 5: Efectes d'una inhomogeneïtat lateral. (a) Paràmetres del model: $\rho_1 = 1 \Omega m$ i ρ_2 es variable. Les corbes corresponen a un dispositiu paral·lel a l'estructura. Les corbes sòlides corresponen al comportament d'un model de capes paral·leles.

A1.2.3 Anomalies geològiques i topogràfiques

Per petites estructures en 2 dimensions (*Horst* i *Grabens*), una configuració del dispositiu tetraelectròdic paral·lela a la estructura resulta ser la que minimitza els efectes laterals que afecta a la resistivitat aparent de les corbes. Quan existeix en profunditat una marcada estructura en 2D resulta important conèixer l'efecte que produeix aquesta a la pendent de les resistivitats aparents, de forma a evitar possibles interpretacions errònies. En molts casos si l'estructura es investigada en un únic eix (paral·lel o perpendicular), la resistivitat aparent no mostra cap influència de l'existència d'una depressió o una elevació. Sempre i quan sigui possible resulta interessant realitzar diversos sondatges elèctrics amb configuracions perpendiculars per obtenir els models de resistivitat.

Els trets generals de l'influència d'estructures com *Horsts* o *Grabens* quan es comparen amb els models estratificats són els següents:

- 1) Les corbes són compatibles amb un medi estratificat amb inflexions que s'han d'interpretar com nivells ficticis.
- 2) Les corbes són compatibles amb un model estratificat sense afegir les inflexions.
- 3) Les corbes presenten pendents superiors als 45°.
- 4) Les corbes presenten pics anòmals.

A1.3 Correspondència entre resistivitats i litologia

Normalment s'associa la resistència del flux elèctric induït (resistivitat) a la major o menor dificultat de la circulació elèctrica per un medi sòlid amb major o menor presència d'aigua entre les partícules que el formen.

En aquest sentit els sediments amb granulometries grolleres presenten una major proporció de buits (porositat) o cavitats (macroporus) que els sediments amb granulometries fines. També val a dir que en els sediments de granulometries fines també existeix un major contacte entre partícules, fet que augmenta la superfície conductora i disminueix les cavitats buides resistives.

Cal fer esment que, encara que existeixi una correlació entre la conductivitat elèctrica i la humitat del terreny, això no implica que la saturació completa d'un sediment sigui més conductor que el mateix sediment sense saturar, sempre i quan es conservi la seva humitat natural.

Al mateix temps si la litologia dels clasts és més o menys cristal·lina, també influeix en el flux elèctric. Al Principat, les roques metamòrfiques ofereixen menys resistència al flux elèctric que les roques ígnies.

A grans trets, hom pot assignar a els diferents materials litològics els següents valors de resistivitats:

Resistivitats en $\Omega \cdot m$

1 - 100,000

1 - 100

50 - 100

100 - 1100

700 - 10,000

Materials

Roques endògenes i metamòrfiques

Argiles

Llims

Arenes

Graves

No obstant els materials geològics acostumen a presentar granulometries diverses, és a dir, les sorres difícilment es troben sense una fracció llimosa o sense una certa quantitat de graves, per la qual cosa en el camp s'acostuma a detectar una barreja d'aquestes granulometries.

Les referències que hom disposa de sondatges realitzats a Andorra són les següents:

Resistivitats en $\Omega \cdot m$

1300 - 3000

1 - 50

4,000 - 20,000

10 - 100

70 - 150

250 - 350

500 - 700

800 - 900

1000 - 8000

Materials

Roques metamòrfiques

Silurià amb abundant grafit

Roques cristal·lines

Argiles

Llims

Arenes

Graves

Còdols

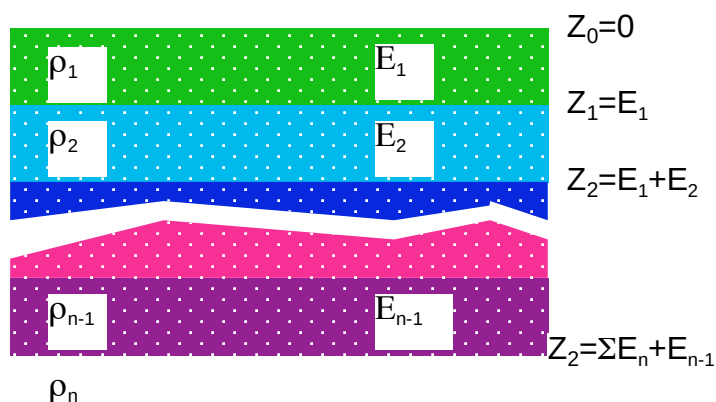
Blocs

Des del punt de vista genètic, els diferents materials glacials disposen d'abundants barreges de granulometries així com canvis laterals de fàcies que poden ser molt bruscs.

A1.4 Medis estratificats, Talls geoelectrics, Notació i nomenclatura

Segons ORELLANA (1982, pàg, 148) es considera un medi estratificat general, compost per dos semiespais. El primer d'ells, de conductivitat nul·la, representa l'atmosfera; el segon, que representa el terreny, és un medi heterogeni compost de medis homogenis e isòtrops, d'extensió lateral indefinida amb superfícies de separació paral·leles entre sí i al pla aire-terreny.

Per caracteritzar cada medi estratificat, serà suficient en donar l'espessor E_1 i la resistivitat ρ_1 de cada medi parcial isòtrop d'índex i , numerats aquests de dalt a baix. Cada un d'aquests medis parcials serà denominat *capa geoelectrica*. Les distàncies de la superfície límit aire-terra a cada una de les demés, o sigui les profunditats dels contactes respectius es representen per $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_i$.



L'especificació d'espessors i resistivitats de cada medi estratificat del tipus descrit rep el nom de *tall geoelectric*. Un tall geoelectric compost per n capes requereix per la seva especificació el coneixement de n resistivitats i $n-1$ espessors o $n-1$ profunditats (ja que l'última capa, denominat com substrat, té sempre espessor infinit) o sigui en total $2n-1$ paràmetres.

Els talls geoelectrics poden classificar-se atenent al número de capes que els componen. Els talls del mateix número de capes poden subdividir-se segons l'ordre en que apareixen, en els successius contactes, resistivitats majors o menors que en la capa suprajacent. Per un ús més còmode d'aquesta classificació, és molt convenient establir un sistema de notació. Hom emprarà aquí la seguida pels autors soviètics i sintetitzada per ORELLANA (1982).

a) Talls de dos capes, de les quals existeixen dos tipus ($\rho_1 < \rho_2$ i $\rho_1 > \rho_2$) que no porten simbologia especial.

b) Les lletres llatines H, K, Q, A, representen respectivament els quatre tipus possibles de talls geoelectrics de tres capes que són:

Tipus H:	$\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$
Tipus K:	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$
Tipus Q:	$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$
Tipus A:	$\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$

c) Els talls de quatre capes es distribueixen en 8 grups, que es designen com combinacions de les anteriors, per això es consideren les tres primeres capes i se les assigna la lletra corresponent a la llista anterior; després es realitza el propi amb les tres últimes capes. Així, el tipus AA correspon a la combinació de resistivitats $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 < \rho_4$ i HK a $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4$. Solament són possibles els tipus següents:

HK, HA, KH, KQ
QQ, QH, AK, AA

Els tipus KK, HH, HQ, etc, manquen de sentit, doncs impliquen condicions contradictòries.

d) Els talls de cinc o més capes es simbolitzen seguin el mateix mètode. Es consideren en primer lloc les tres primeres capes i s'assigna la lletra corresponent indicada en el punt b); després es realitza el mateix amb les capes segona, tercera i quarta, després com la tercera, quarta i cinquena, etc.

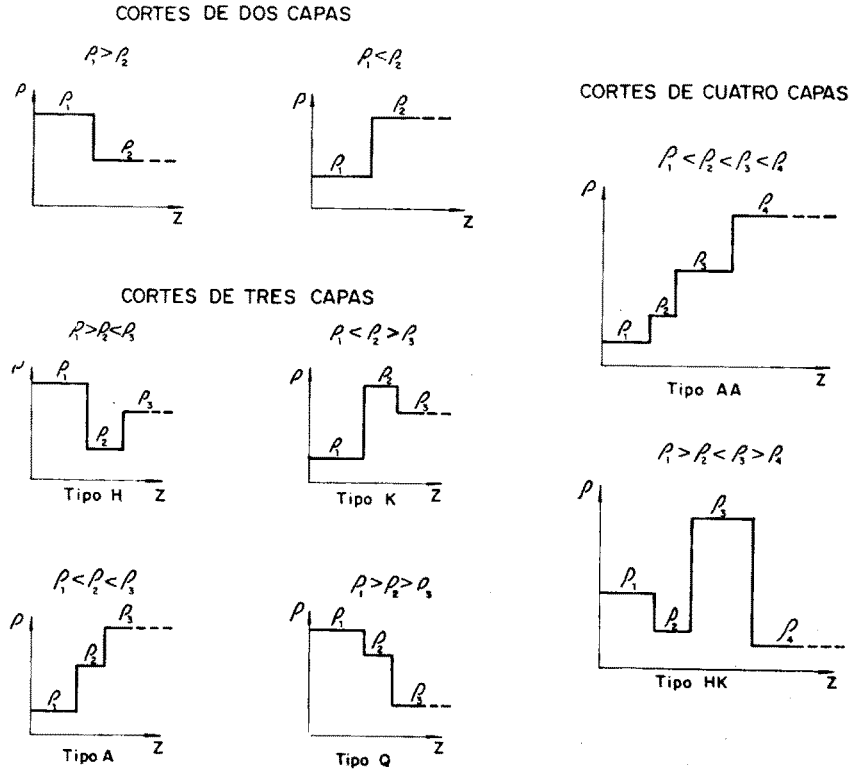


FIG. IV-4. Curvas de resistividad verdadera (CRV) para diversos cortes geoelectricos. Nomenclatura de los tipos de cortes.

Al representar gràficament la distribució de resistivitats en un tall geoelectric empram escales logarítmiques en ambdós eixos, s'obtindrà una gràfica esglaonada del mateix tipus que les representades a la present figura. S'anomenen a aquests gràfics logarítmic, corbes de resistivitats vertaderes (abreviat CRV).

GEO3



Geologia, cartografia, prospecció geofísica i
serveis científico-tècnics

ANNEX DE DOCUMENTACIÓ

A3

ANNEX DE MESURES ESCLEROMÈTRIQUES

Realització: **Valentí TURU i MICHELS**
Av. Príncep Benlloch 66-72
Edifici Interceus, despatx 308
Telèfon i fax: 321815 - 820323
Email: geo3@andorra.ad
<http://www.igeotest.ad>
Expedient: **E-010-CCAU-010.12.06**

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	1/4/07				
Lloc	La Pobleta blocs post glacials				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	58	856,6618
1	28	200	1	60	894,2477
1	28	200	3	57	815,4002
2	28	200	1	45	623,4337
2	28	200	3	55	775,6147
3	28	200	1	30	378,1894
3	28	200	3	46	604,6709
3	28	200	3	48	641,5142
1	28	200	1		1
1	28	200	1		1
1	28	200	1		1
1	28	200	1		1
1	28	200	1		1
1	28	200	1		1
1	28	200	1		1
1	28	200	1		1
1	28	200	1		1
1	28	200	1		1
Data:	1/4/07				
Lloc	Molinos morrena				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	33	425
1	28	200	2	26	295
1	28	200	2	30	356
2	28	200	1	32	409
2	28	200	3	40	498
2	28	200	3	24	243
2	28	200	2	48	659
2	28	200	2	41	535
2	28	200	2	43	570
3	28	200	2	55	788
3	28	200	2	48	659
3	28	200	3	45	586
0	28	200	2	15	138
0	28	200	3	25	257
0	28	200	2	18	179
0	28	200	3	45	586
1	28	200	1	1	-23
1	28	200	1	1	-23
0	28	200	1	1	

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	18/3/07				
Lloc	Part alta de la morrena de Borda Casatnou				
Assaigs (1 - 5)					
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	2	37	468
1	28	200	2	32	387
1	28	200	2	31	371
2	28	200	2	22	236
2	28	200	2	24	265
2	28	200	2	37	468
2	28	200	2	25	280
3	28	200	2	26	295
3	28	200	2	45	605
3	28	200	2	30	356
3	28	200	2	39	502
4	28	200	2	35	435
4	28	200	2	32	387
4	28	200	1	39	522
4	28	200	3	38	464
4	28	200	2	26	295
5	28	200	2	30	356
5	28	200	1	25	302
Data:	18/3/07				
Lloc	Tartera de Senterada				
Assaigs (1 - 5)					
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
6	28	200	1	39	522
6	28	200	3	30	333
6	28	200	3	35	414
6	28	200	3	41	515
7	28	200	1	42	572
7	28	200	1	26	317
7	28	200	2	29	340
7	28	200	3	29	318
7	28	200	5	55	709
7	28	200	3	29	318
8	28	200	1	37	489
8	28	200	3	39	481
8	28	200	3	38	464
9	28	200	1	50	711
9	28	200	3	53	736
9	28	200	2	45	605
10	28	200	3	28	303
11	28	200	2	26	295

Data:	18/3/07				
Lloc	Tartera de Senterada				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
12	28	200	1	37	489
12	28	200	2	41	535
12	28	200	3	31	349
12	28	200	3	50	679
12	28	200	2	29	340
12	28	200	2	44	587
13	28	200	1	24	287
13	28	200	3	33	381
13	28	200	1	16	172
14	28	200	1	43	589
14	28	200	3	49	660
14	28	200	3	49	660
15	28	200	2	28	325
15	28	200	2	22	236
15	28	200	2	27	310
16	28	200	1	42	572
16	28	200	3	38	464
16	28	200	3	43	551
Data:	1/4/07				Dst
Lloc	Morrena Senterada				172
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	43	589
1	28	200	2	40	518
1	28	200	3	54	756
1	28	200	2	25	280
1	28	200	2	30	356
1	28	200	2	25	280
1	28	200	4	22	128
1	28	200	2	26	295
2	28	200	1	42	572
2	28	200	4	36	356
2	28	200	3	31	349
2	28	200	2	32	387
	28	200	1	1	
	28	200	1	1	
	28	200	1	1	
	28	200	1	1	
	28	200	1	1	
	28	200	1	1	

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	18/3/07				
Lloc	Serrat del barranc de Naens				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	2	58	846
1	28	200	1	52	747
1	28	200	2	52	732
1	28	200	2	60	885
1	28	200	3	58	836
1	28	200	2	51	713
1	28	200	3	38	464
1	28	200	3	53	736
1	28	200	3	53	736
1	28	200	3	58	836
2	28	200	1	49	693
2	28	200	2	54	769
2	28	200	2	34	419
2	28	200	2	50	695
2	28	200	3	63	939
2	28	200	5	42	462
2	28	200	2	56	807
2	28	200	3	48	642

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	16/2/07				
Lloc	Tarter Montant				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	24	287
1	28	200	1	44	606
1	28	200	1	22	258
1	28	200	1	41	556
1	28	200	1	45	623
2	28	200	1	47	658
2	28	200	1	32	409
2	28	200	1	39	522
3	28	200	2	42	553
3	28	200	1	24	287
3	28	200	1	46	641
3	28	200	2	42	553
4	28	200	1	20	229
4	28	200	3	40	498
4	28	200	2	20	207
4	28	200	2	39	502

Data:	16/2/07				
Lloc	Tarter Montant				
Assaigs (1 - 5)					
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
5	28	200	2	39	502
5	28	200	1	40	539
5	28	200	1	28	347
5	28	200	2	38	485
5	28	200	1	36	473
6	28	200	1	36	473
6	28	200	3	47	623
6	28	200	3	43	551
6	28	200	3	40	498
6	28	200	3	52	717
6	28	200	1	20	229
6	28	200	1	30	378
7	28	200	3	23	228
7	28	200	1	14	145
7	28	200	2	44	587
7	28	200	2	38	485
8	28	200	1	24	287
8	28	200	1	24	287
	28	200	1	1	

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	17/2/07				
Lloc	Tarter de Guils del Cantó				
Assaigs (1 - 5)					
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	31	394
1	28	200	2	25	280
1	28	200	2	39	502
1	28	200	2	34	419
1	28	200	2	53	751
1	28	200	3	37	447
2	28	200	2	51	713
2	28	200	2	38	485
2	28	200	2	37	468
2	28	200	2	24	265
2	28	200	2	25	280
2	28	200	1	31	394
2	28	200	2	37	468
3	28	200	1	33	425
3	28	200	1	36	473
3	28	200	3	31	349
3	28	200	3	38	464
	28	200	1	1	

Data:	17/2/07				
Lloc	Tarter de Guils del Cantó				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
4	28	200	1	49	693
4	28	200	2	32	387
4	28	200	2	32	387
4	28	200	2	42	553
4	28	200	2	37	468
5	28	200	2	49	677
5	28	200	2	45	605
5	28	200	2	42	553
5	28	200	2	44	587
6	28	200	2	49	677
6	28	200	2	38	485
6	28	200	2	43	570
7	28	200	1	36	473
7	28	200	1	40	539
7	28	200	1	35	457
7	28	200	1	46	641
7	28	200	1	47	658
7	28	200	1	31	394
	28	200	1	1	

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	14/2/07				
Lloc	Tarter 1 La Guardia				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	48	676
1	28	200	1	56	820
1	28	200	1	46	641
1	28	200	1	44	606
2	28	200	1	61	913
2	28	200	1	60	894
2	28	200	1	50	711
2	28	200	1	51	729
3	28	200	1	55	801
3	28	200	1	32	409
3	28	200	1	41	556
3	28	200	1	36	473
4	28	200	1	45	623
4	28	200	2	26	295
4	28	200	2	41	535
4	28	200	3	49	660
5	28	200	1	56	820
5	28	200	2	41	535

Data:	14/2/07				
Lloc	Tarter 2 La Guardia				
Assaigs		(1 - 5)			
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	44	606
1	28	200	2	19	193
1	28	200	2	48	659
1	28	200	3	55	776
2	28	200	1	61	913
2	28	200	2	40	518
2	28	200	3	48	642
2	28	200	1	22	258
3	28	200	1	55	801
3	28	200	1	28	347
3	28	200	2	59	866
3	28	200	2	39	502
4	28	200	1	48	676
4	28	200	1	39	522
5	28	200	1	47	658
5	28	200	2	54	769
5	28	200	1	46	641
5	28	200	3	32	365
5	28	200	3	43	551

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	18/3/07				
Lloc	Serra d'Espinau				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	42	572
1	28	200	3	65	981
1	28	200	2	42	553
1	28	200	2	61	905
1	28	200	2	49	677
1	28	200	3	48	642
1	28	200	3	52	717
2	28	200	1	64	971
2	28	200	1	50	711
2	28	200	2	49	677
2	28	200	3	46	605
2	28	200	3	37	447
3	28	200	1	57	838
3	28	200	2	36	452
3	28	200	1	64	971
3	28	200	3	60	876
3	28	200	2	61	905
3	28	200	2	52	732

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	18/3/07				
Lloc	Burguet				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
2	28	200	3	62	918
2	28	200	3	65	981
2	28	200	2	60	885
2	28	200	3	67	1024
2	28	200	2	64	965
2	28	200	3	64	960
2	28	200	1	49	693
2	28	200	1	42	572
2	28	200	2	57	827
2	28	200	2	63	945
2	28	200	5	64	893
2	28	200	3	61	897
2	28	200	1	61	913
2	28	200	1	59	875
2	28	200	2	63	945
2	28	200	2	55	788
2	28	200	2	63	945
2	28	200	3	61	897

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	18/3/07				
Lloc	Bosc sobre tarter 2 Bosc de Cèrvoles				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
Bosc	28	200	1	63	951
1	28	200	1	54	783
1	28	200	2	58	846
1	28	200	2	60	885
1	28	200	2	61	905
1	28	200	2	54	769
1	28	200	3	30	333
1	28	200	3	50	679
Tarter	28	200	1	61	913
2	28	200	1	38	506
2	28	200	1	62	932
2	28	200	3	62	918
2	28	200	3	64	960
2	28	200	2	52	732
2	28	200	2	64	965
2	28	200	2	53	751
2	28	200	2	62	925

Data:	18/3/07				Dst
Lloc	Bosc de Cèrvoles, carena, gran bloc				279
Assaigs (1 - 5)					
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
Carena	28	200	4	65	915
1	28	200	2	61	905
1	28	200	1	69	1069
1	28	200	1	35	457
1	28	200	1	51	729
1	28	200	2	58	846
1	28	200	2	25	280
1	28	200	2	57	827
1	28	200	2	49	677
1	28	200	3	48	642
1	28	200	3	16	130
1	28	200	3	34	397
1	28	200	3	63	939
1	28	200	3	65	981
1	28	200	3	61	897

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	18/3/07				
Lloc	Part baixa del tarter 2 Bosc de Cèrvoles				
Assaigs					(1 - 5)
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	2	30	356
1	28	200	2	54	769
1	28	200	1	43	589
1	28	200	2	33	403
1	28	200	3	61	897
1	28	200	3	62	918
1	28	200	3	48	642
1	28	200	3	47	623
1	28	200	3	45	586
1	28	200	3	27	287
1	28	200	3	57	815
1	28	200	3	48	642
1	28	200	3	63	939
1	28	200	3	36	430
1	28	200	3	46	605
1	28	200	4	33	305
1	28	200	4	14	10
1	28	200	5	50	611

Data:	18/3/07				
Lloc	Tarter 2 Bosc de Cèrvoles, Lòbul Est				
Assaigs (1 - 5)					
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	41	556
1	28	200	1	40	539
1	28	200	1	21	243
1	28	200	5	64	893
1	28	200	5	67	957
1	28	200	2	48	659
1	28	200	2	53	751
1	28	200	3	58	836
1	28	200	3	65	981
1	28	200	4	67	957
1	28	200	3	45	586
1	28	200	3	64	960
1	28	200	3	54	756
1	28	200	3	66	1003
1	28	200	2	49	677
1	28	200	2	49	677
1	28	200	1	32	409
1	28	200	1	53	765
Data:	18/3/07				
Lloc	A dalt del Tarter 2 Bosc de Cèrvoles, Gran Bloc				
Assaigs (1 - 5)					
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	45	623
1	28	200	1	47	658
1	28	200	1	33	425
1	28	200	1	31	394
1	28	200	1	62	932
1	28	200	1	26	317
1	28	200	2	47	641
1	28	200	2	47	641
1	28	200	3	31	349
1	28	200	3	51	698
1	28	200	3	60	876
1	28	200	3	34	397
1	28	200	3	40	498
1	28	200	3	65	981
1	28	200	3	52	717
1	28	200	3	49	660
1	28	200	2	18	179
1	28	200	2	54	769

Escleròmetre d'schmidt tipus L, Full de càlcul per ciment					
Obra:	E 010.12.06				
Data:	18/3/07				
Lloc	Tarter 1 Bosc de Cèrvoles				
Assaigs			(1 - 5)		
Bloc	Edat (dies)	Dimensió (mm)	Orientació	Valor	Resistència
1	28	200	1	46	641
1	28	200	1	62	932
1	28	200	1	32	409
1	28	200	1	48	676
2	28	200	1	47	658
2	28	200	1	45	623
2	28	200	1	47	658
2	28	200	3	52	717
2	28	200	3	45	586
3	28	200	1	30	378
3	28	200	1	62	932
3	28	200	1	48	676
3	28	200	1	60	894
3	28	200	1	58	857
3	28	200	3	67	1024
4	28	200	1	48	676
4	28	200	1	43	589
4	28	200	1	40	539

GEO3



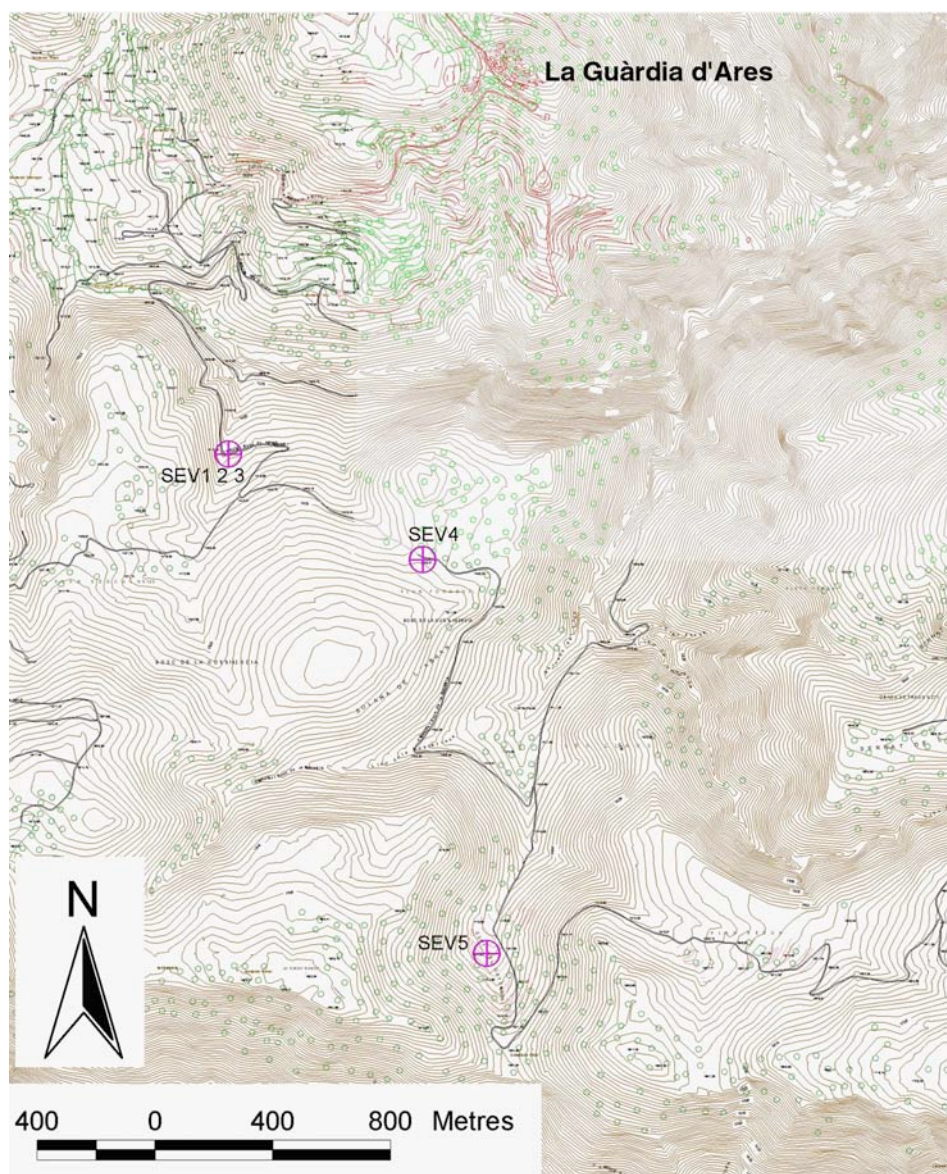
Geologia, cartografia, prospecció geofísica i
serveis científico-tècnics

ANNEX DE DOCUMENTACIÓ

A4

ANNEX DE MAPES I FIGURES

Realització: **Valentí TURU i MICHELS**
Av. Príncep Benlloch 66-72
Edifici Interceus, despatx 308
Telèfon i fax: 321815 - 820323
Email: geo3@andorra.ad
<http://www.igeotest.ad>
Expedient: **E-010-CCAU-010.12.06**



Situació dels assaigs realitzats

