

L'ACTIVITAT NEOTECTÒNICA A LES CADENES COSTANERES CATALANES

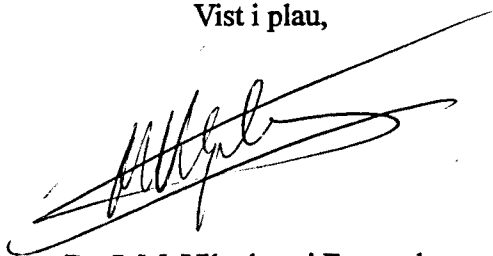
Eulàlia Masana

*Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia
Universitat de Barcelona*

1995

Tesi presentada per Eulàlia Masana Closa
per a optar al grau de doctor en geologia
Barcelona, Setembre de 1995

Vist i plau,



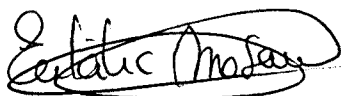
Dr. J. M. Vilaplana i Fernandez
Director de la tesi

Vist i plau,



043 MASANA CLOSA
Dr. J. Guimerà i Rosso
Director de la tesi

BIBLIOTECA DE GEOLOGIA
Universitat de Barcelona-CSIC



Eulàlia Masana Closa

criteris utilitzats per a determinar la posició i la quantitat de les rases a realitzar.

En primer lloc s'han considerat els criteris *geològics*. La situació idònia per a l'òptim aprofitament d'una rasa és una zona amb gran acumulació de sediments, ja que aquesta acumulació constitueix un registre cronològic de la deformació més detallat i ampli que en una zona on l'acumulació és petita. Així, a l'escarpament de Mont-roig, les possibles ubicacions de la rasa s'han considerat, sobretot, en les zones encaixades en l'escarpament, on actualment hi té lloc sedimentació i on l'escarpament es troba erosionat pel mateix torrent que aporta la sedimentació. Per a analitzar l'estructura de l'escarpament també s'ha considerat la possibilitat de realitzar una rasa que el travessi encara que la sedimentació hi sigui menor. Tot i així, tal com s'exposa més endavant, els permisos per a poder excavar aquesta segona rasa no han estat aconseguits.

Les rases aporten més informació quan es realitzen 1) transversals a l'orientació de l'escarpament, i 2) des de pocs metres més enllà de l'escarpament o bé de la alineació en el bloc aixecat, fins ben enllà, de l'ordre de poques desenes de metres, en el bloc enfonsat. Així, en aquest cas, en què la hipòtesi de partida és que l'escarpament és degut a l'actuació d'una falla normal, la rasa es projecta amb una orientació WNW-ESE amb l'inici a la alineació de l'escarpament i excavada cap a l'ESE. D'aquesta manera es realitza l'excavació seguint el cabussament de la possible fractura i a més es considera la possibilitat que l'escarpament hagi retrocedit respecte a la falla degut a la seva degradació.

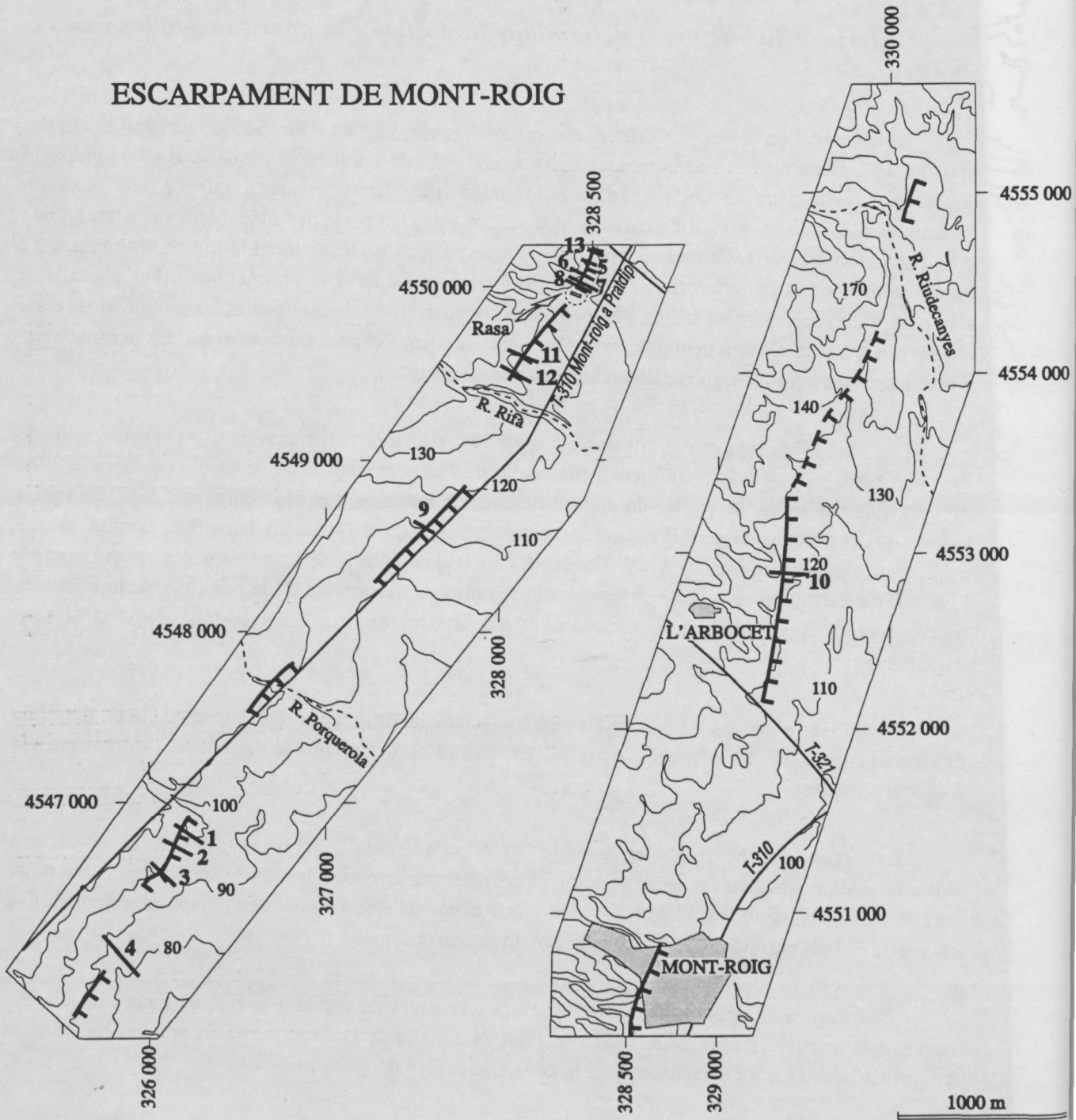
Per a determinar aquestes possibles localitzacions he utilitzat la foto-interpretació de detall de l'escarpament i el treball de camp a les zones prèviament seleccionades mitjançant la fotointerpretació.

En segon lloc he tingut en compte els criteris *legals i de permisos*. De les ubicacions seleccionades mitjançant els criteris geològics cal seleccionar només les rases que no necessiten tallar carreteres, zones habitades, ni camins, alhora que evitar les que se situen en camps conreuats ja que en aquest cas els permisos són quasi bé impossibles d'aconseguir.

La localització dels propietaris del terreny on s'haurà de realitzar la rasa és lenta i difícil. Els canals més usuals són el registre de la propietat, el registre de la contribució als ajuntaments o bé la informació que aporten els habitants de la zona, que tot sovint és errònia.

El tràmit més difícil de superar en la realització de rases és l'obtenció del permís per part del propietari. La majoria de les ubicacions considerades idònies són desestimades en aquest estadi. En molts casos es fa necessària la sol·licitud per escrit per a evitar al propietari els problemes que es poden desprendre d'un possible accident en el seu terreny. Per evitar aquests possibles problemes cal senyalar degudament la posició de l'excavació realitzada mitjançant balises d'obra.

ESCARPAMENT DE MONT-ROIG



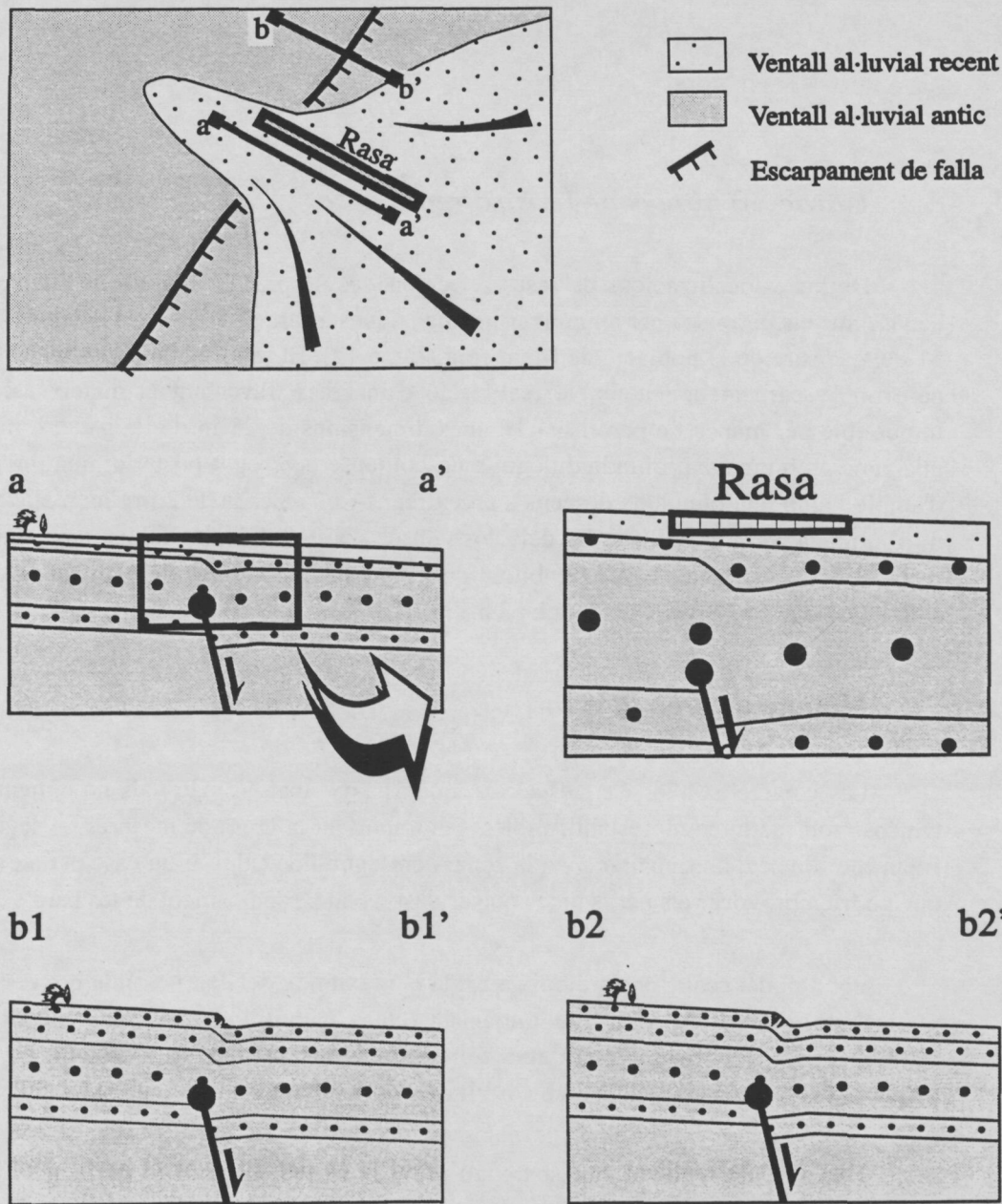


Fig. 5.12a. Cartografia de l'escarpament de Mont-roig amb la situació de la rasa realitzada transversalment a aquest escarpament i situació dels perfils topogràfics i dels perfils topogràfics realitzats. **b.** Esquema en planta i perfils geològics sense escala de la situació estratigràfica de la rasa excavada. La rasa s'ha excavat en una zona on l'escarpament es troba erosionat i on s'ha encaixat un ventall al·luvial holocè. El perfil a-a' travessa la mateixa zona que la rasa, mentre que el perfil b-b' travessa l'escarpament morfològic.

Fig. 5.12a. Cartography of the escarpment of Mont-roig with the situation of the trench realised transversely in this escarpment and the situation of the realised topographic profiles. **b.** Schematic in plan and geologic profile without scale of the stratigraphic situation of the excavated trench. The trench was excavated in an area where the escarpment is found eroded and where it fits an alluvial holocene fan. The profile a-a' crosses the same area of the trench, while that of profile b-b' crosses the morphologic escarpment.

Característiques de la rasa realitzada.

De les 8 localitzacions de rases seleccionades després de l'estudi geològic, tan sols he pogut aconseguir els permisos per a realitzar-ne una. Aquesta rasa se situa a les parcel·les 24 i 44 del polígon 51 del cadastre de la població de Mont-roig (fig. 5.12). El seu traç talla la alineació de l'escarpament però no l'escarpament mateix; la realització d'una rasa travessant el mateix escarpament ha estat impossible per manca de permisos. Té unes dimensions de 25 m de llargada, 4 m de fondària -amb una zona amb menys profunditat degut a un col·lapse ocorregut posteriorment a l'excavació-, 60 cm d'ample i amb una rampa de descens a un extrem. A una alçada de 2 m s'ha realitzat un esglaó de 0.5 m d'amplada per a estabilitzar un dels dos talusos -l'altre talús s'ha de mantenir sencer per a poder-hi realitzar les observacions-. La ripabilitat dels materials ha permès de realitzar l'excavació de la rasa amb una màquina retroexcavadora en 8 h.

Mètode de treball a la rasa.

Les característiques d'aquesta rasa, que s'ha excavat en materials no cimentats i per tant amb talusos molt fàcilment desestabilitzables, fan important la presa de mesures de seguretat en el treball. En primer lloc cal no treballar sol a la zona, i en segon lloc cal usar un casc per a evitar les contusions que podrien provocar els petits blocs que es desprenen periòdicament de les parets de la rasa.

Per a poder realitzar un dibuix a escala el màxim de detallat possible convé instal·lar una malla vertical de dimensions 1 x 1 m mitjançant claus i cordill. L'observació detallada dels caràcters estratigràfics i sedimentològics, així com estructurals permet de resseguir els límits dels grans paquets determinats mitjançant un cordill de colors diferents que és subjectat amb claus.

Una vegada realitzat aquest treball previ ja es pot dibuixar el perfil geològic a partir de les mesures exactes de cada nivell en la quadrícula. Durant tot el treball es realitzen reconeixements per a localitzar possible material datable, i en cas positiu prendre'n mostra. Una vegada obtinguts els resultats de les possibles datacions i realitzat el perfil geològic la rasa es cobreix.

RESULTATS

Tot i que he distingit diverses fàcies entre els materials observats en la rasa, els contactes entre ells no són, en general, molt nítids, de manera que la localització de fracturació a petita escala és difícil. Així i tot es pot afirmar que la rasa no travessa cap fractura important (fig. 5.13). En canvi, sí que s'observa que els nivells més fins mostren un cert basculament contra pendent, és a dir, cap al WNW, al contari del sentit del corrent de les aigües del canal que ha depositat aquests sediments. La possibilitat d'un basculament tectònic és discutida més endavant. També cal destacar que la antropització arriba a una fondària de 1,5 m; a partir d'aquest nivell cap amunt no s'ha dibuixat el

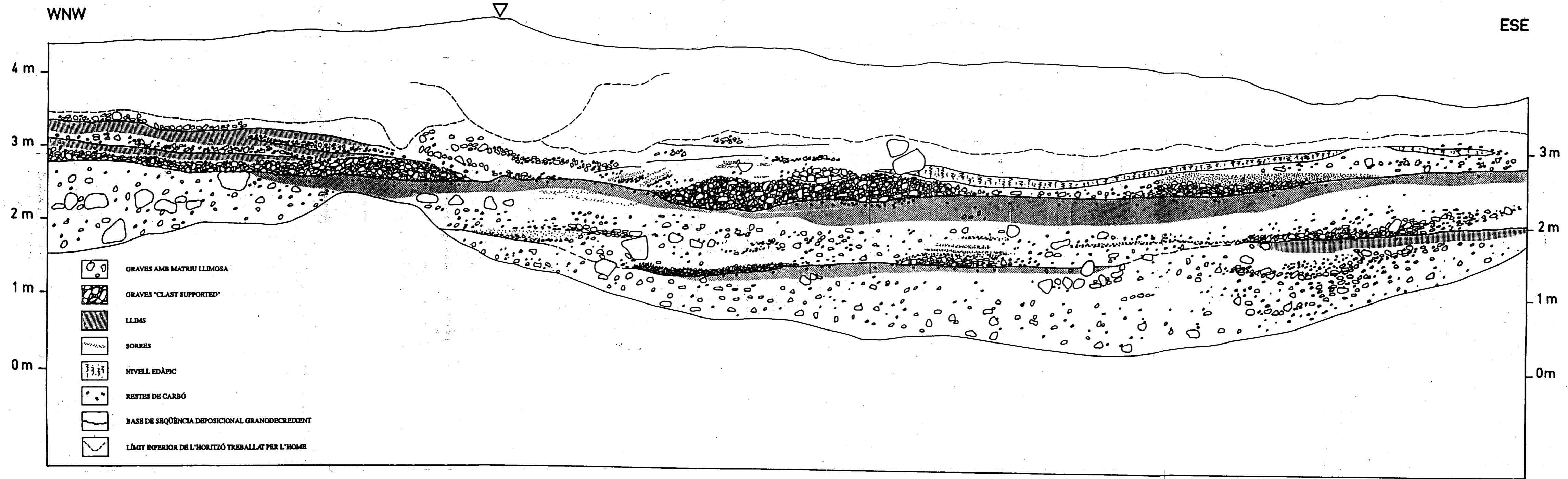


Fig. 5.13. Perfil geològic realitzat a la rasa excavada transversalment a l'escarpament de Mont-roig. La situació de la rasa en l'escarpament s'observa a la figura 12.

Fig. 5.13. Geologic profile realised at the transversely excavated trench at the Mont-roig escarpment. The situation of the trench in the escarpment is observed in figure 12.



perfil ja que es troba remogut -a la fig. 5.13 és representa aquest nivell de base de l'antropització mitjançant una línia discontinua-.

Els materials que s'observen a la rasa són predominantment grollers i poc classificats; amb els còdols generalment poc rodats. S'hi distingeixen les fàcies següents:

1. Graves grolleres heterogèniques amb còdols calcaris de diàmetre entre 2 i 40 cm. La matriu és poc classificada, de mida sorra fina-llim. La granoclassificació és poc evident però en general aquests nivells són granodecreixents, a pesar que es troben blocs que floten a l'atzar. Contenen petites quantitats de carbó. Mostren en alguns casos alineacions de còdols més grollers que marquen l'orientació de l'estratificació. S'observen, en alguna zona, còdols imbricats que indiquen un sentit cap a l'ESE del corrent hidràulic que els va depositar (fig. 5.13, graves amb matriu llimosa).

2. Graves suportades pels clastos, amb quasi gens de matriu, que és sorrenca. Els còdols són heteromètrics, encara que millor classificats que els de la fàcies 1. La mida dels còdols varia entre 1 i 7 cm. Normalment se situen per sobre d'una base erosiva. També mostren clastos imbricats que indiquen un sentit del corrent cap a l'ESE (fig. 5.13, graves *clast supported*)

3. Llims i sorres fines amb algun còdol flotant, poc classificats. En algun tram la mida de gra arriba a ser quasi argilosa. Cap a la base passa gradualment a fàcies més grolleres descrites en l'apartat 1. El sostre està usualment erosionat. Interiorment no mostra classificació en general, tot i que, en algun cas, s'hi observen nivells mil·limètrics de sorra laminats de forma sub-horitzontal. Aquests nivells llimosos contenen gran quantitat de carbó vegetal, concentrat en alguns nivells, tot i que repartit per tota la fàcies llimosa (fig. 5.13, llims).

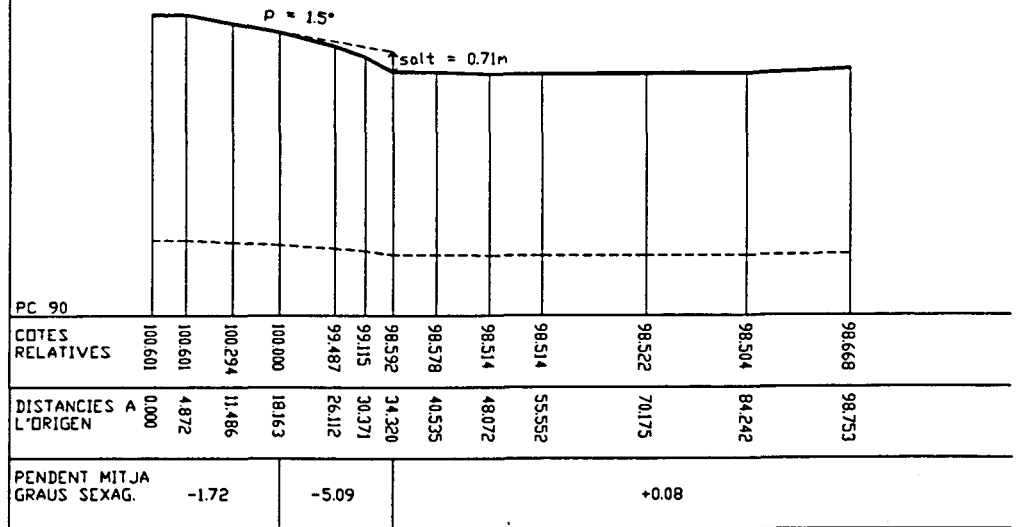
4. Nivells de sorres grolleres poc potents i extensos. Normalment es mostra en forma de laminació encreuada d'alt angle o horitzontal (fig. 5.13, sorres).

5. He interpretat un nivell superior diferenciat a partir del seu color més fosc respecte a les graves que té a sota i a sobre, com a un nivell edàfic. La composició litològica varia amb la mida de gra: és composta principalment de llims i sorres amb acumulacions locals de còdols de diàmetre menor d'1 cm (fig. 5.13, nivell edàfic).

Des del punt de vista estratigràfic cal esmentar que aquestes fàcies es disposen en dues grans seqüències granodecreixents que contenen subseqüències interiors. Això s'observa sobretot a la meitat sudoriental de la rasa on els dos nivells de llims delimiten el sostre de les seqüències. Una seqüència sintètica començaria amb una base erosiva, seguida d'un nivell ben delimitat de graves suportades per la matriu; per sobre s'hi observarien les graves amb matriu llimosa amb nivells de sorres intercalats i per últim, al sostre s'hi disposarien els llims en un nivell més continu, amb gran quantitat de carbó. Els llims contenen algun nivell interior subhoritzontal, tot i que la disposició general del conjunt de nivells llimosos, com s'ha comentat, cabussa cap a l'WNW. A la part central del perfil hi destaca una acumulació de graves suportades per la matriu, disposades com a rebliment d'una erosió que s'observa en el nivell llimós subjacent. També cal destacar la presència de nivells d'acumulació de trossos de

ESCARP. MONT-ROIG 9

W ↔ E



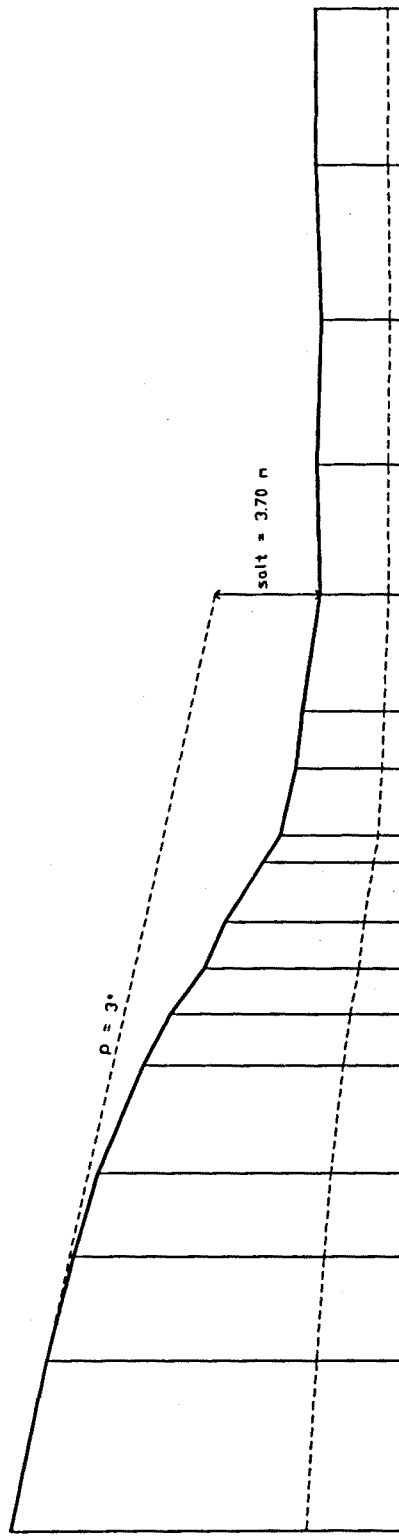
ESCALA Hz 1:1000
 ESCALA V 1:1000
 ESCALA V 1:250

Fig. 5.14. Perfils topogràfics de l'escarpament de Mont-roig. (situació a la fig. 5.13.).
 La resta de perfils realitzats es troben a l'apèndix II

Fig. 5.14. Topographic profiles of the Mont-roig escarpment. (situated in fig. 5.13).
 (The rest of the profiles can be found in appendix II).

ESCARP: MONT-ROIG 1

W ↔ E

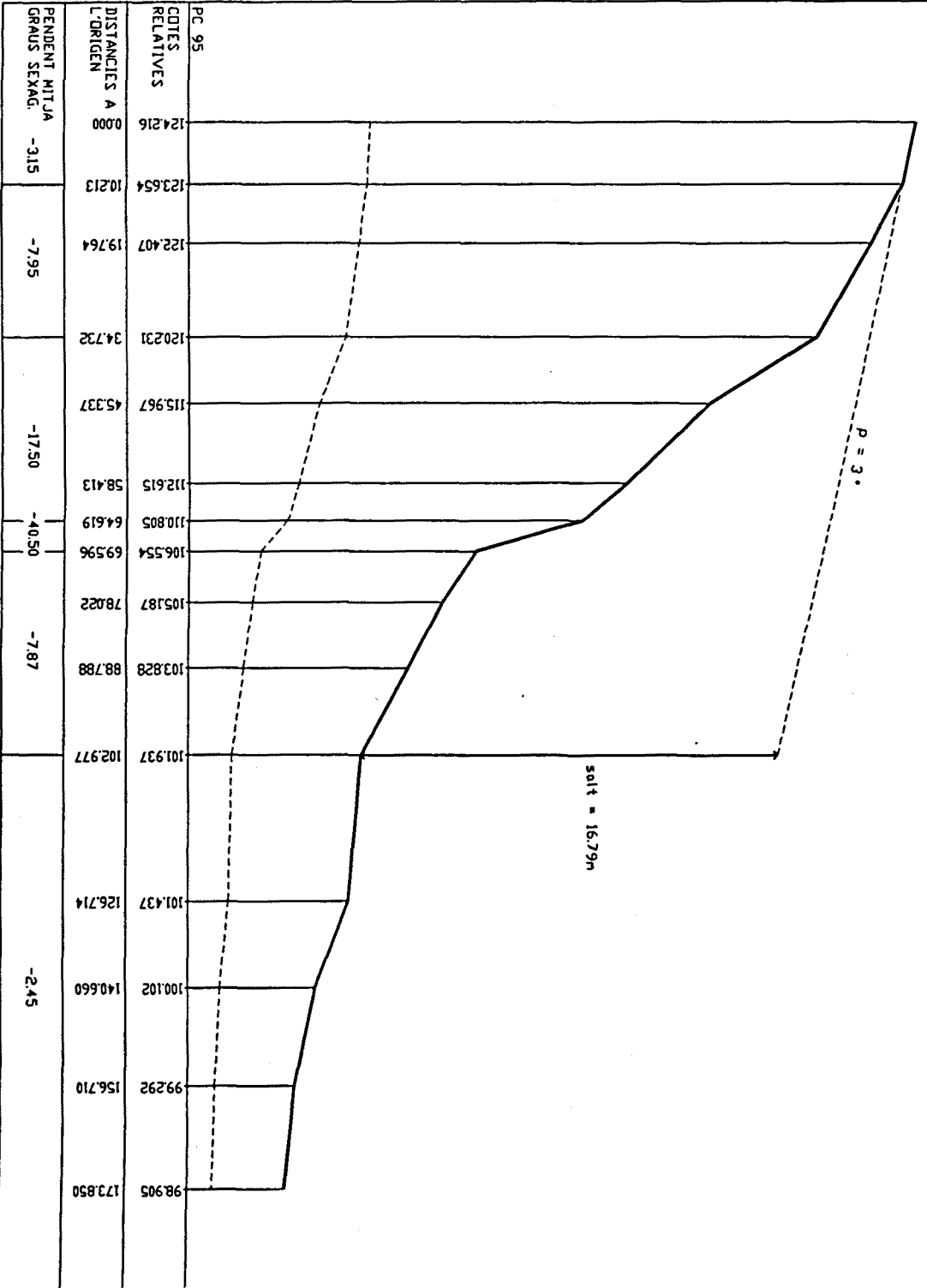


PC. 90	103.914	102.728	101.791	100.960	99.394	98.462	97.264	96.555	95.211	94.584	94.056	93.838	93.223	93.349	93.218	93.400	93.401
COTES RELATIVES	0.000	24.060	38.880	50.894	66.416	73.728	80.310	87.048	95.646	99.531	108.945	116.949	133.314	151.912	172.508	194.668	217.025
DISTANCIAS A L'ORIGEN						-10.32			-7.94			-2.31				+0.12	
PENDENT MITJA GRAUS SEXAG.		-3.13			-6.46												

ESCALA HZ 1:1000
 ESCALA V 1:1000
 ESCALA V 1:250

ESCARP MONT-ROIG 13

W ↔ E



ESCALA HZ 1:1000
 ESCALA V 1:1000
 ESCALA V 1:250

carbó procedents de la incineració de fusta, i retreballats dins dels nivells llimosos i en algun cas també en la matriu de les graves. Aquests carbons podrien provenir de paleoincendis.

Aquests materials s'han depositat en un medi de ventall al·luvial amb una àrea font carbonàtica subactual. Les seqüències granodecreixents corresponen a esdeveniments torrencials en que el poc transport no permet una gran classificació, tot i que permet definir seqüències que corresponen al decreixement de la tracció degut al descens de la quantitat d'aigua disponible. L'acumulació de graves suportades per la matriu en la zona central del perfil s'interpreta com producte de l'acumulació en una zona on la turbulència és major a la normal en el curs fluvial, possiblement degut a un petit esglaó morfològic o erosiu.

Cal tenir en compte l'existència de precipitacions carbonàtiques a la banda occidental del perfil i l'absència d'aquestes a la banda oriental, amb el límit poc definit coincidint amb l'alineació de l'escarpament morfològic.

Els nivells de carbó han estat mostrejats en tres punts diferents per datar-los (fig. 5.13). L'abundància de material datable en el nivell de llims més potent ha permès en aquest cas realitzar les datacions pels mètodes tradicionals de ^{14}C , mentre que en els altres nivells la datació s'ha realitzat pel mètode d'acceleració de masses degut a la baixa quantitat disponible de material datable. Els resultats indiquen una edat de 4490-4790 a. BC (4490-4790 a. BC rang del valor de 2 sigma calibrat) per als sediments més antics datats (fig. 5.13).

Resumint les observacions descrites, els sediments de la rasa no mostren fracturació tot i que existeix la possibilitat que el basculament que mostren els nivells llimosos sigui degut a deformació tectònica, deformació que seria coherent amb una falla normal, que produiria un basculament en el bloc superior. Aquesta possibilitat es pot rebutjar degut a què en un medi de turbulència propi de la sobreexcavació produïda per un hipotètic salt d'aigua, medi que mostraria fàcies semblants a les que s'observen en la rasa, els nivells se sedimentarien amb una pendent primària semblant a l'observada pels llims. Aquest medi sedimentari s'observa amb freqüència en zones on els torrents passen d'una zona encaixada a una zona oberta.

Així, es pot concloure que no s'observa deformació a la rasa i que per tant el moviment de la falla que ha produït l'escarpament ha tingut lloc abans de la deposició dels sediments que s'hi observen. És a dir, i prenent la datació més antiga obtinguda a la rasa, que el moviment de l'escarpament ha tingut lloc entre el Musterià (Masana 1991) i 4490-4790 a. BC (^{14}C , rang del valor de 2 sigma calibrat).

L'ANÀLISI TOPOGRÀFICA DETALLADA.

La major part dels perfils topogràfics s'han realitzat en aquest escarpament degut a la seva longitud. Aquests es troben sobretot concentrats en el sector de Mont-roig, on el salt és major i la morfologia es troba més ben conservada. En canvi, al sector del N de Mont-roig es fa més complicat

de realitzar perfils significatius, ja que l'escarpament es troba en aquesta zona fortament degradat. L'existència d'una franja de pendent pronunciat on sembla aflorar l'escarpament més fresc, al sector de Mont-roig ha motivat la realització de perfils de detall en aquesta zona per a il·lustrar la morfologia d'aquesta zona de l'escarpament.

Per al càlcul del salt vertical que ha experimentat l'escarpament he calculat un pendent del ventall al·luvial d'entre 2'5° i 3° depenent dels casos. Això ha permès calcular els metres de dislocació que ha causat l'escarpament en el ventall al·luvial. Així, salt vertical màxim observat és de 17 m i es concentra a la zona just al S de Mont-roig i decreix suaument cap al S fins a desaparèixer abans de la riera de Rifà. En el sector del N de Mont-roig, el salt és de 7 m màxim i en el sector del S de Mont-roig varia entre 0'7 i 4m.

Pel que fa al pendent dels diferents segments dels perfils, s'observa clarament que aquest és molt més elevat en els perfils de detall on les mesures s'han efectuat més properes (fins a 75° de cabussament), mentre que en els perfils generals, el pendent no sobrepassa els 40°.

La distribució de pendents permet observar, en alguns perfils generals, que el ventall al·luvial dislocat ha estat, a més deformat en el seu bloc enfonsat. Així, el pendent del ventall observat en el bloc aixecat no coincideix amb l'observat en el bloc enfonsat. A la taula 6 s'han indicat amb una P els perfils on el bloc enfonsat mostra, a la zona propera a l'escarpament, que el ventall al·luvial és subhoritzontal, amb una M els perfils en els que el ventall al·luvial, en el bloc enfonsat, mostra menys pendent que en el bloc aixecat, i finalment, amb una I, els perfils on en el bloc enfonsat s'observa un pendent contrari al del ventall del bloc aixecat. Aquesta distribució del pendent mostra l'existència d'una estreta i poc pronunciada depressió al peu de l'escarpament i paral·lela a aquest, ja que el pendent del ventall, pocs metres aigües avall recupera el pendent original.

L'erosió fluvial o per difusió podria explicar els casos en que s'observa un pendent contraria a la del ventall al·luvial indeformat, però, en canvi, no explica els altres dos casos (P i M). Això, junt amb la inexistència clara d'evidències d'erosió -al contrari, en alguns casos s'observa acumulació- fa plausible una causa tectònica al fenomen. La inexistència d'indicadors morfològics característics permet descartar que aquest escarpament sigui degut a l'acció d'una falla direccional. Els indicis morfològics permeten interpretar que aquest està controlat per una falla vertical, tot i que no permeten distingir si es tracta d'una falla normal o inversa. La detecció de la depressió descrita més amunt, en canvi, permet interpretar que es tracta d'una falla normal ja que una falla inversa no produeix deformació en el bloc enfonsat a aquesta escala, mentre que una falla normal produeix sovint una flexió dels sediments del bloc enfonsat cap a la falla.

La distribució dels pendents permet fer algunes consideracions sobre el grau de degradació de l'escarpament. Així, en la quasi totalitat dels perfils, la franja on el pendent és màxim és estreta i es troba a mitja alçada de l'escarpament. La part superior d'aquest es mostra arrodonida, producte de l'erosió de l'escarpament original(possiblement producte del desprendiment de blocs seguint els plans de diàclasis -vegeu més endavant-). La part inferior del segment de màxim pendent mostra també menys pendent i evidències d'acumulació de sediments, possiblement provinents de l'erosió de

l'escarpament. Així, l'escarpament, tot i mostrar-se a escala kilomètrica poc degradat, a escala d'aflorament mostra indicis de degradació.

DISCUSSIÓ

L'escarpament més llarg de la zona estudiada, el de Mont-roig, ha experimentat el seu últim moviment entre el Musterià, i l'edat del carbó més baix en la sèrie mostrejat a la rasa (4490-4790 a. BC). Es tracta doncs d'un moviment ocorregut durant el Pleistocè superior-Holocé. El grau de degradació de l'escarpament no és elevat, corroborant la seva formació recent. Tot i així, el moviment no s'ha pogut acotar suficientment per a qualificar l'escarpament d'actiu o no segons la normativa utilitzada per les centrals nuclears, que consideren activa una falla que s'ha mogut durant els últims 50 000 anys o bé si té un període de recurrència de 500 000 anys o menys (U.S. Nuclear Regulatory Commission).

L'existència d'algunes de les estructures descrites al front de l'escarpament indica que el model estructural de la deformació que ha donat lloc a l'escarpament no és el d'una simple falla. Aquestes estructures consisteixen principalment en l'existència de diàclasis al front, algunes d'elles obertes, amb ompliment sedimentari o de precipitació química en alguns casos. També cal destacar la disposició del pla o plans de fractura que formen el front que cabussen fins a 80° cap al WNW. Per últim, cal esmentar l'aparença de l'escarpament a la zona S de Mont-roig, on la topografia mostra una disposició que indica l'existència d'una flexió més que un sol desnivellament concentrant tota la deformació.

A l'escarpament de l'Almadrava, que es descriu més endavant (vegeu l'escarpament de l'Almadrava), s'observen, a més d'aquestes estructures, diversos afloraments que fan plausible un model que implica que l'escarpament és el producte d'una flexió. Aquesta flexió afectaria als sediments més superficials, tot i que en profunditat correspondria a una falla normal. Així, en el model, la deformació decreix cap a la superfície fins a desaparèixer en els sediments més recents. L'existència de la flexió explica la presència de diàclasis obertes que serien el producte de l'estensió en la cara externa del plec deguda a l'estirament d'aquestes provocada per la flexió. El bloc oriental d'algunes d'aquestes diàclasis pot haver estat erosionat de manera que s'exposa el seu pla de fracturació a l'intemperie, cabussant cap a l'WNW. Una primera observació de l'escarpament podria fer interpretar que aquest ha estat format per falles inverses ja que el pla que forma el seu front cabussa cap al WNW mentre que el bloc aixecat és també el nordoccidental. En canvi es considera aquí que el model de la flexió és més adequat per a explicar les dades geològiques (fracturació addicional) i geofísiques (perfils topogràfics detallats i dades de la plataforma continental). Aquest model s'observa clarament en exemples mostrats pels perfils sísmics d'alta resolució realitzats a la plataforma continental de Tarragona (Verdaguer, 1983, Maldonado et al., 1986, Catafau, 1987). En aquests perfils s'observa com les falles normals que han actuat fins més recentment decreixen en salt cap als sediments més superficials fins a provocar tan sols una flexió en ells. Aquest model explica bé les estructures observades a l'escarpament de Mont-roig, tot i que cal considerar que les dades que han estat determinants per a realitzar el model s'han obtingut a l'escarpament de l'Almadrava.

MONT-ROIG		ALMADRAVA	
10	P	1	I+M
13		5	I+M
5		2	I+M
6		3	I+M
7		4	I+M
8			
11	M		
12	I+M		
9	I		
1	I+M		
2	I		
3			

Taula 6. Taula resum dels tipus de pendents que mostren els ventalls dislocats pels escarpaments de falla en el bloc enfonsat. P: inclinació del con en el bloc enfonsat propera a la horitzontal. I: inclinació del con en el bloc enfonsat en sentit contrari al del con en el bloc aixecat. M: pendent del con en el bloc enfonsat en el mateix sentit que en el bloc aixecat, però amb menys inclinació (vegeu text).

Table 6. Table summarising the types of gradient that show the ranges dislocated by the fault escarpments in the collapsed block. P: the inclination of the cone in the failed block close to the horizontal. I: Inclination of the cone of the downthrown block from the opposite direction to the inclination of the cone from the upthrown block. M: the gradient of the cone of the downthrown block in the same direction as the upthrown block, but with less inclination (see text).

La presència de plans de fractura que cabussen cap a l'WNW, a l'escarpament de Mont-roig pot ser deguda, també, a què la falla normal en acostar-se a la superfície, i degut a les variacions de duresa i cimentació que tenen lloc allí, desvii el seu pla per a cabussar cap a la banda contrària de la falla en profunditat. Aquest procés s'ha descrit en d'altres escarpaments (Hanckok com. pers.). Aquesta explicació no explica tants indicis com la primera que constitueix doncs la que considero més probable.

5.3.1.2. L'ESCARPAMENT DE L'ALMADRAVA

L'escarpament de l'Almadrava se situa a la comarca del Baix Camp, a Tarragona. Aflora des d'una cala de la platja de l'Almadrava fins més enllà de l'autopista A7, pel N, passant a 500 m de la central nuclear de Vandellós (fig. 5.15). Té una longitud d'uns 2 km, tot i que, per l'extrem S, s'endinsa a la mar i, per tant, no se'n veu el final. Té una direcció NNE-SSW, sense pràcticament variacions de rumb. El desnivell que mostra és d'uns 10 m.

Des del punt de vista geològic se situa a l'extrem septentrional del Pla de Sant Jordi, molt a prop del substrat mesozoic que, en aquesta zona, està format per carbonats juràsics i cretacs.

La plana al·luvial del Pla de Sant Jordi té unes característiques morfològiques i de degradació molt semblants a les que s'observen al Baix Ebre, on els ventalls al·luvials es disposen per sobre de sediments del Pliocè mitjà-superior. Per altra banda, en els sediments del nivell més alt de la sèrie observada a la rasa de l'Almadrava hi ha perforacions de litòfags, a una alçada sobre el nivell actual del mar de 20 m. Les variacions del nivell del mar durant el Quaternari no han fet pujar aquest nivell per sobre dels 4 o 5 m de la seva posició actual, mentre que aquest ascens si que es produí durant el Pliocè. També cal remarcar que a la zona de l'Almadrava, la part distal dels ventalls conté terrasses tirrenianes encaixades. Així, es poden considerar els sediments al·luvials de la zona com d'edat pliocena superior.

Aquest escarpament ja fou descrit en l'"Informe Final de Seguridad (Asociación Nuclear Vandellós)", al volum IV (inèdit). En aquest informe s'explica l'existència de diàclasis i d'alguna falla amb desnivell superficial de 0,5 m, tot i que es considera que el salt és menor i l'esglaó ha augmentat degut a l'erosió diferencial. S'hi exposen les dades d'una campanya de sísmica de reflexió a mar on s'observen fractures d'orientació NE-SW, NNE-SSW i NW-SE, algunes d'elles amb un salt decreixent cap als sediments més recents, però encara afectant-los. L'estudi de la rasa que s'exposa en aquest informe consta d'una anàlisi de la textura del material de falla, on es dedueix que no hi ha lliscament de la falla posteriorment a la precipitació dels calitxes en la zona de fractura, i d'una campanya de datacions amb ¹⁴C (indica que els calitxes són anteriors al rang d'estudi d'aquest mètode, és a dir 35 000 a), pol·línic (dóna estèril) i, finalment, de paleomagnetisme en roques volcàniques que afluïren a

L'ALMADRAVA

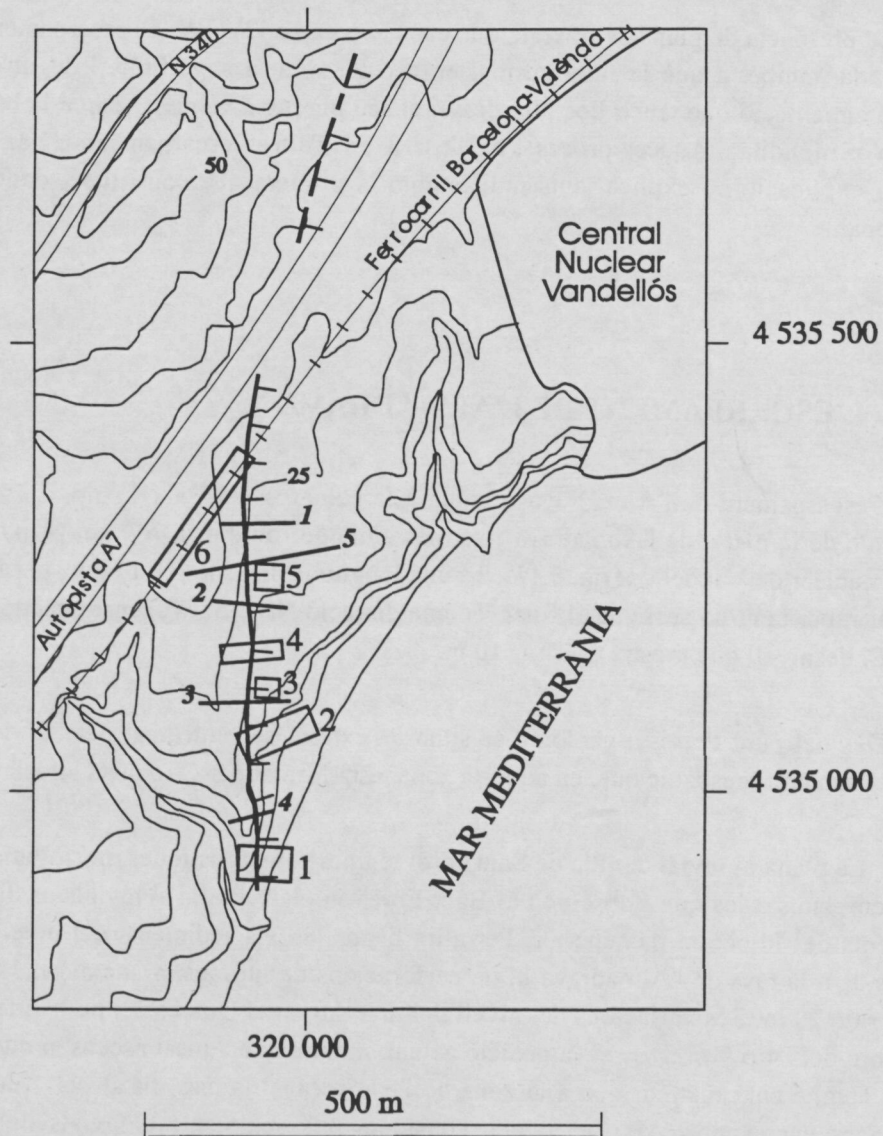


Fig. 5.15. Mapa de situació dels diferents afloraments analitzats de la zona de l'escarpament de l'Almadrava i situació dels perfils topogràfics. 1. aflorament de la platja (Fig. 5.17 a). 2. aflorament de la platja (Fig. 5.17 b). 3. aflorament petit entre la platja i la rasa. 4. aflorament de la rasa de l'Almadrava (Fig. 5.16). 5. aflorament petit entre la rasa i la via del tren. 6. aflorament de la via del tren (Fig. 5.18). En nombres en cursiva s'indiquen els diferents perfils topogràfics realitzats (1 a 5).

Fig. 5.15. Map of the situation of different analysed outcrop in the area of the escarpment of Almadrava and the situation of the topographic profiles. 1. beach outcrops (fig. 5.17a). 2. beach outcrop (fig. 5.17b). 3. small outcrop between the beach and the trench. 4. outcrop at the trench of Almadrava. (fig. 5.16) 5. small outcrop between the trench and the railway. 6. outcrop at the railway (fig. 5.18). The different topographic profiles realised are indicated by numbers in italics (1 to 5).

la zona de Masriudoms, a la serra de Llaveria, que indica una possible equivalència amb les bandes de Gilbert o Jaramillo (De tants a Tants).

A continuació exposo les dades obtingudes dels diferents afloraments de la zona de l'Almadrava, els resultats de l'anàlisi topogràfica, i una discussió i conclusions de les dades obtingudes, sobretot pel que fa a la rasa feta a través de l'escarpament.

ELS AFLORAMENTS RELLEVANTS A LA ZONA DE L'ALMADRAVA

La zona ocupada per aquest escarpament, tot i ser petita, és privilegiada des del punt de vista d'afloraments (fig. 5.15). Per una banda, el fet que l'escarpament s'acabi al mar, i que la costa, en aquesta regió mostri un espadat d'uns 5-10 m, fa que a la línia de costa hi aflori un tall de l'escarpament. Per altra banda, la proximitat de la central nuclear de Vandellós, motivà la realització d'estudis interns en aquesta falla abans de la construcció de l'edifici, fet que comportà l'excavació d'una rasa transversal a l'escarpament i diversos afloraments puntuals excavats al llarg de la fractura principal. A aquests afloraments cal afegir-hi el de la via del tren, que permet analitzar els nivells que formen els ventalls al·luvial plio-quadernaris. En tots ells afloren diversos nivells que he correlacionat d'aflorament a aflorament tot i la dificultat derivada dels ràpids canvis laterals de fàcies que són característics del medi al·luvial en el que es depositaren. A continuació presento una relació de les dades obtingudes en aquests afloraments.

LA RASA DE L'ALMADRAVA.

La rasa de l'Almadrava té uns 26 m de llarg per uns 2 m d'ample i uns 2 m de profunditat i segueix una direcció E-W (fig. 5.16). Se situa a mitja alçada entre la costa i la via del tren i talla els materials del bloc superior de la fractura principal de l'escarpament. Està excavada en els conglomerats cimentats que formen la plana al·luvial del Pla de Sant Jordi. Per a poder realitzar un perfil de detall he utilitzat aquí el mateix mètode que a la rasa de l'escarpament de Mont-roig: he instal·lat una malla horitzontal de 1 x 1 m i he realitzat el perfil geològic de detall, a escala 1:20.

Estratigrafia

Els materials que s'observen en la rasa no mostren una estratificació clara, tot i que s'hi poden distingir fins a tres nivells, de base a sostre:

- A) Conglomerats cimentats amb còdols calcaris, heteromètrics, amb diàmetre entre 0,5 i 20 cm, molt angulosos. En aquesta unitat s'observen nivells -fins a 8 cm- de calitxe amb abundants pisòlits, però sense laminació, cosa que indica que es tracta de calitxes formats a una certa profunditat -no han estat exposats a la superfície-. Aquests conglomerats són a la base de la sèrie estudiada.

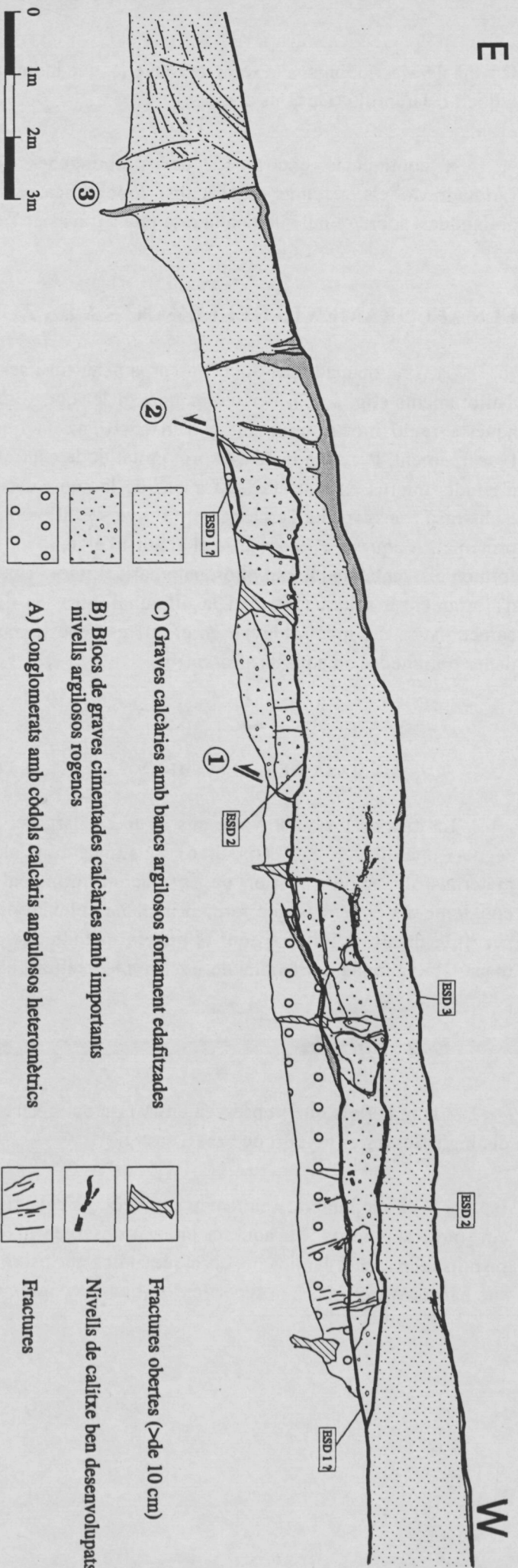


Fig. 5.16. Perfil geològic detallat de la rasa de l'Almadrava. La situació d'aquest aflorament es troba a la figura 15.

Fig. 5.16. Geologic profile detailing the trench of Almadrava. The situation of this outcrop is found in figure 15.

• B) Nivell d'argiles roges amb restes de calitxe i ninetes de carbonat càlcic. Localment conté blocs de conglomerats calcaris cimentats amb còdols heteromètrics de diàmetre entre 1 i 6 cm, angulosos. A la part superior d'aquest nivell s'observa un nivell de calitxe de fins a 6 cm, amb una gran quantitat de pisòlits i estructura laminada, indicatiu d'haver-se format en superfície.

• C) Nivell de graves calcàries amb abundància de matriu llimosa rogenca cimentada. Els còdols fan entre 3 i 5 cm, i són angulosos i carbonàtics. Està fortament edafitzat, sobretot a la part del perfil del bloc aixecat, amb abundància de ninetes i concrecions carbonàtiques. A la superfície conté un calitxe, que en alguns casos penetra per fractures verticals. També s'hi observen restes d'antics nivells de calitxe dispersos.

La precipitació de carbonats és molt corrent en tota la zona de l'Almadrava. Això es reflecteix en el perfil on els calitxes es disposen, tal i com s'ha indicat, al sostre de cada cicle acumulatiu descrit. D'aquests, tan sols el nivell de calitxe descrit al sostre dels conglomerats de la base mostra indicis d'haver-se format en profunditat, ja que no conté la laminació típica dels calitxes formats sub-superficialment. Aquest calitxe, a més, experimenta un canvi de gruix progressiu lateral fins que quasi desapareix; el gruix màxim coincideix amb una fractura oberta que també afecta el nivell estratigràfic superior. Possiblement aquest calitxe és el producte de la introducció d'un sistema d'arrels molt potent a través de la fractura, cosa que explica el canvi de gruix i la falta de laminació. En aquesta rasa es troben diversos exemples on l'acumulació de carbonats d'aquest tipus ha tingut lloc gràcies a la circulació d'aigües i la introducció d'arrels en fractures sub-verticals.

Fracturació

Les fractures que s'hi observa es poden agrupar en diversos tipus segons les seves característiques morfològiques i segons els nivells als que afecten. Es pot considerar que els nivells estratigràfics inferior i mitjà són afectats pel mateix tipus de fracturació.

En primer lloc destaca la presència de fractures obertes fins a 15 cm, que són fossilitzades en tots els casos pel nivell edafitzat superior (C). En algun cas la continuació de la fractura del nivell inferior (A) al mitjà (B) comporta un rebliment de blocs calcaris i d'argiles que procedeixen d'aquest segon nivell. En general aquestes fractures no mostren un lliscament paral·lel a la fractura entre els dos blocs evident.

En segon lloc s'observen desnivells bruscs en la sèrie estratigràfica que he interpretat com a falles. En la fig. 5.17 es mostren dues d'aquestes fractures, que coincideixen amb fractures obertes del grup de les descrites en l'anterior apartat. La falla més occidental coincideix amb el límit, cap a l'E, dels materials del nivell A però no amb el dels materials del nivell B. Possiblement, l'escarpament produït pel moviment d'aquesta fractura, abans de ser fossilitzada pel nivell C, experimentés un retrocés, procés fàcil d'explicar en aquest nivell gràcies a la litologia del nivell B. El límit per l'E del

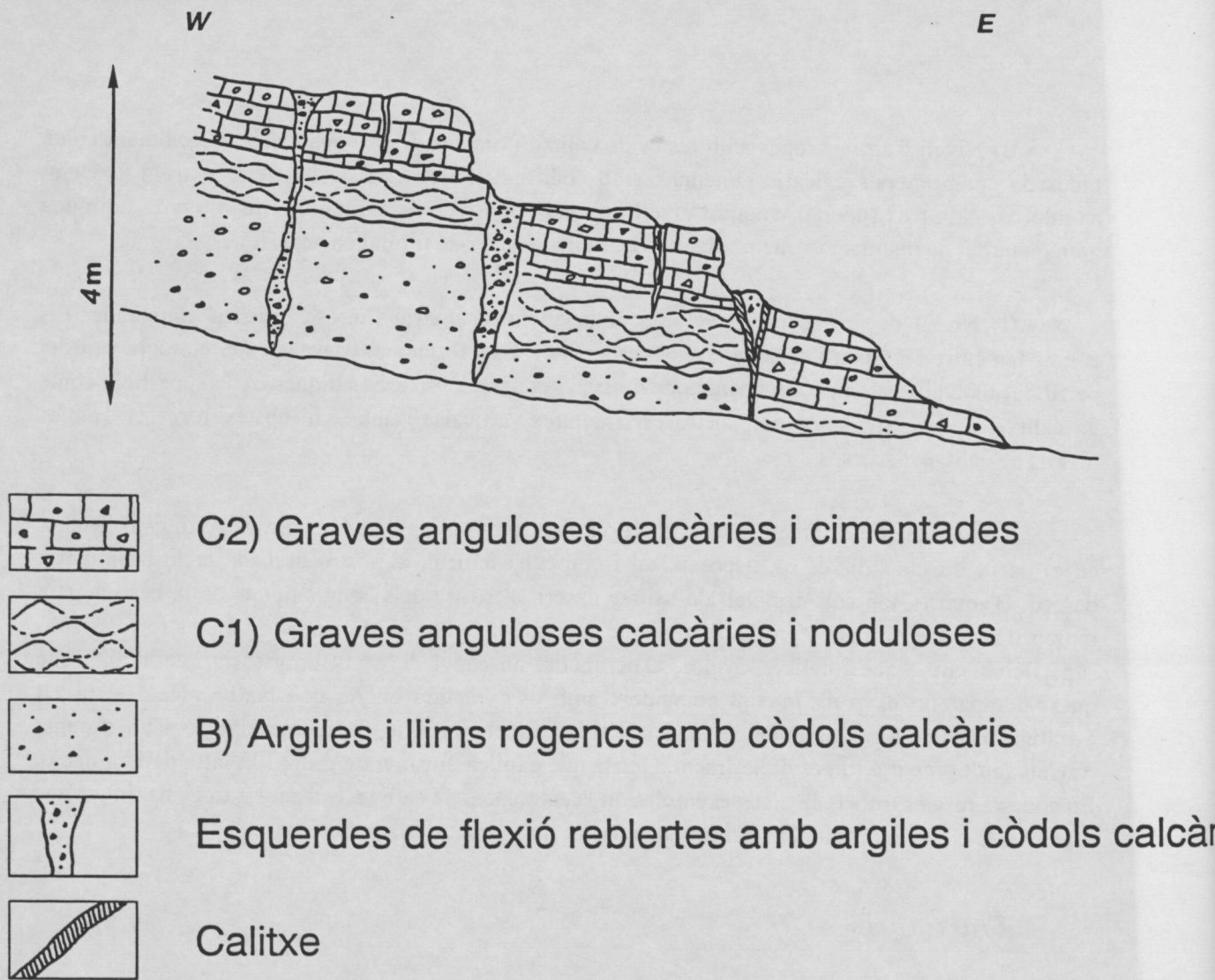
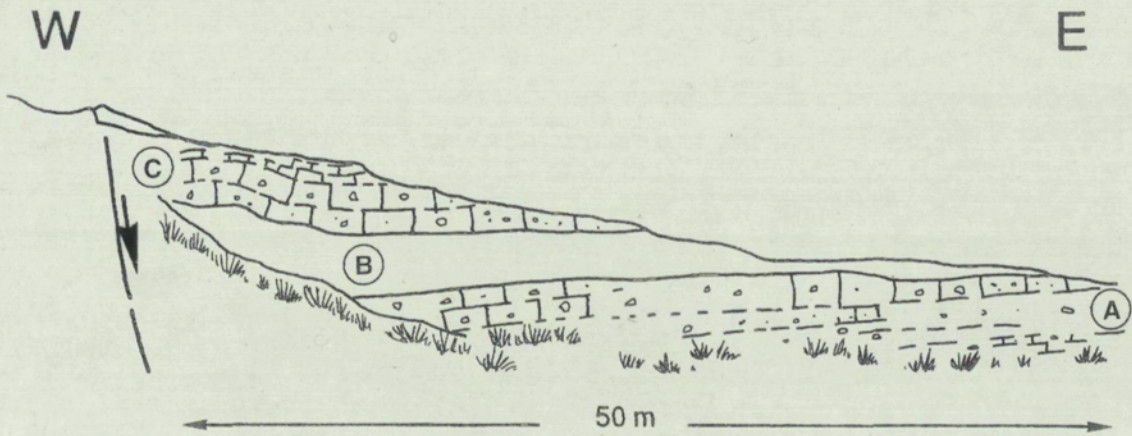


Fig. 5.17. Perfils geològics dels afloraments de la platja de l'Almadrava. a) Perfil de la zona S, amb la presència clara de falles normals de salt mètric amb rebliment posterior de calitxes i expressió morfològica. b) Perfil de la zona N, on s'observa un clar basculament del bloc enfonsat cap a la falla, fet que indica que la falla és normal.

Fig. 5.17. Geologic profiles of outcrops at the Almadrava beach. A) Profile of the area S, with the clear presence of normal faults of a metric jump with later gravelling of limestones and morphological expression. b) Profile of the area N, a clear tilting can be observed on the top of the collapsed block at the fault, which indicates that the fault is normal.



nivell B, en el bloc aixecat per aquesta falla coincideix amb una fractura oberta en el seu nivell inferior (A); això pot explicar la verticalitat d'aquest límit, que coincidiria amb una antiga fractura. El salt que ha produït aquesta falla és d'un metre. A la falla oriental, en canvi, el càlcul del salt no és possible degut a que tan sols afloren, a la rasa, els materials del bloc aixecat, fossilitzats pels del nivell superior (C).

Per últim cal destacar la presència de petites diàclasis en els dos nivells A i B. Les petites dimensions de l'aflorament no permeten observar si es tracta d'estructures tectòniques o bé es tracta de fracturació produïda durant la realització de la rasa, tot i que la seva direcció és N-S en la quasi totalitat de les fractures mesurades (fig. 3.11).

El nivell superior (C) també ha experimentat fracturació. La més important d'aquestes fractures és la que se situa al límit oriental de la rasa. El salt d'aquesta fractura s'intueix elevat degut a la deformació que ha produït en els sediments del bloc enfonsat, que mostren una flexió sinforme, i degut a la gran continuïtat que mostra en planta. El pla d'aquesta fractura té una direcció N-S i un cabussament molt fort cap a l'W. S'observen d'altres fractures amb una disposició subparal·lela a aquesta. Totes aquestes fractures presenten creixements de calitxe al seu interior.

També és important esmentar que, en acostar-se a la fractura 3 (fig. 5.16), els indicis d'estratificació mostren una lleugera flexió antiforme.

Datacions

La presència de material datable, els calitxes, a la rasa ha motivat la realització d'una campanya de mostreig i datació d'aquesta roca. El mètode de datació emprat ha estat el de l'U/Th, que permet datar sediments que tinguin una edat dins del rang entre 350 000 a i l'actualitat.

Les datacions realitzades per la central nuclear de Vandellós en el seu "Informe Final de Seguridad" en aquests mateixos materials, mitjançant el mètode del ^{14}C indicaren que les mostres tenien una edat superior a 35 000 anys, és a dir que surtien del rang de temps datable mitjançant aquest mètode. La procedència exacta de les mostres no queda especificada en l'informe, tot i que podria tractar-se del nivell de calitxe inferior al nivell interpretat com ESD1 a la fig. 5.18, ja que hi he observat indicis de mostreig.

Les tres mostres analitzades en aquesta tesi per U/Th s'han agafat del nivell de calitxe més superficial, del calitxe que omple la falla 3, -amb la precaució de seleccionar la part més propera al substrat plio-quadernari, per a datar el moment en què es comencen a precipitar els calitxes en la fractura i, per tant, aquesta ja és formada-, i del calitxe que es troba al sostre del nivell intermedi (B).

Les anàlisis d'U/Th realitzades indiquen que les mostres analitzades són anteriors a 350 000 a., és a dir que són anteriors al període de temps que permet datar el mètode. Així, les falles de la zona de l'Almadrava no han sigut actives posteriorment a 350 000 a.

Interpretació

La informació obtinguda a la rasa de la falla de l'Almadrava permet interpretar fins a tres episodis de fracturació a la zona que poden indicar l'existència de tres episodis sísmics. Els criteris utilitzats per a interpretar l'existència de nivells que representen esdeveniments sísmics són 1) la fossilització de fracturació, i 2) la presència d'escarpaments de falla, o bé fossilitzats, o bé subactuals.

De més recents a més antics els esdeveniments interpretats en aquesta rasa són els següents (fig. 5.16):

- ESD3. Els criteris utilitzats per a interpretar aquest esdeveniment sísmic han estat 1) la presència d'un escarpament morfològic, i 2) la presència de falles que afecten la superfície (falla 3). Constitueix l'esdeveniment sísmic més recent enregistrat a la rasa de l'Almadrava.

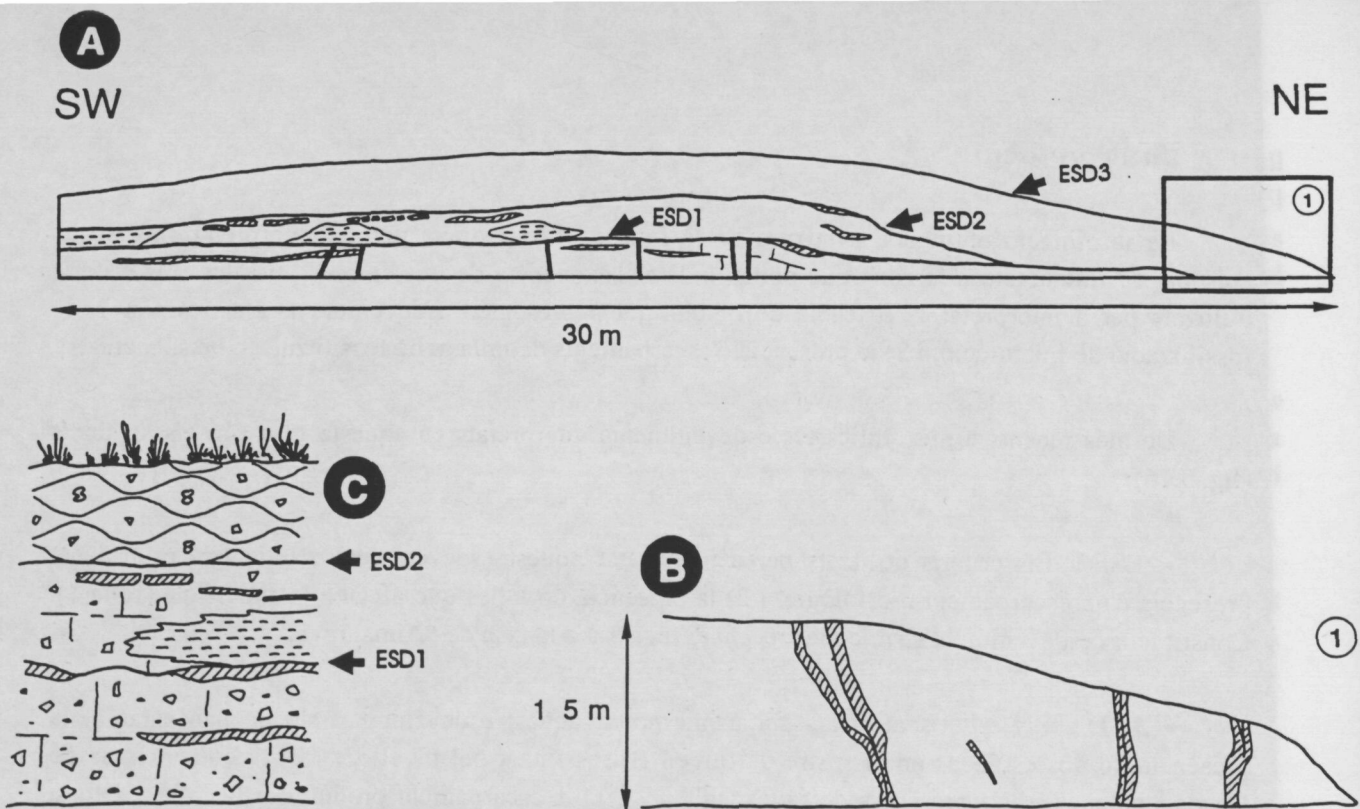
- ESD2. Els criteris utilitzats per a interpretar aquest esdeveniment sísmic han estat 1) la presència de dos esglaons en el sostre del nivell B, fossilitzat pel nivell C, i 2) la coincidència de l'esglaonament amb la presència de falles (falles 2 i 1). L'escarpament produït per la falla 1 hauria retrocedit 1 m, possiblement afavorit pel contrast litològic del nivell B, que està format per materials ben consolidats alhora que per lletions d'argiles, fàcilment erosionables.

- ESD1. Els criteris utilitzats per a interpretar aquest esdeveniment sísmic han estat 1) la presència de fractures fossilitzades pel nivell B, i 2) la observació de desnivells en el sostre del nivell A que podrien ser deguts a antics escarpaments fossilitzats pel nivell B, tot i que aquest criteri no es pot demostrar en les condicions d'aflorament actuals de la rasa. El criteri de les fractures fossilitzades pel nivell B pot ser discutit degut a que en algun cas és possible la interpretació d'una continuació a través del nivell B d'aquestes fractures. Així, la interpretació del nivell ESD1 com un esdeveniment sísmic no queda del tot establerta amb les dades disponibles.

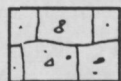
ELS AFLORAMENTS DE LA PLATJA DE L'ALMADRAVA.

On la falla de l'Almadrava s'endinsa a la mar, hi ha dos afloraments que permeten observar altres característiques d'aquesta falla (fig. 5.15, nº 2, i fig. 5.17). Els afloraments tenen una orientació E-W i se situen esglaonats entre ells de manera que el més llarg i oriental és també el més septentrional, i separats entre ells per un segment de la línia de costa d'orientació NNE-SSW on la morfologia i algun petit aflorament permeten de correlacionar les dades dels dos afloraments.

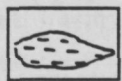
L'aflorament més meridional (fig. 5.15, nº 1) és de dimensions reduïdes (fig. 5.17a). S'hi mostren dos nivells estratigràfics dislocats per falles i afectats per fractures obertes i reblertes de sediments superiors. Els nivells distingits són, de base a sostre:



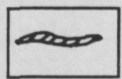
LLEGENDA (A i B)



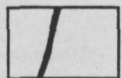
Conglomerats calcaris



Conglomerats amb lleties d'argiles rojes



Nivells de calitxe



Fractura

Fig. 5.18. a) Perfil geològic de la rasa de la via del tren a l'Almadrava. S'hi representen amb les sigles ESD els diferents esdeveniments sísmics correlacionats amb els interpretats a la rasa (Fig. 5.16). A la banda E, en apropar-se a la falla 3 (Fig. 5.16), s'observa un basculament cap a l'E dels materials així com fractures obertes i reomplertes per calitxes, detall que es representa a l'ampliació 1 de la figura a. b) Sèrie sintètica ideal dels materials observats a l'aflorament de la via del tren. A. conglomerats calcaris amb nivells de calitxe. B. conglomerats calcaris ben cimentats amb nivells de calitxes menys gruixuts que en el nivell A, i amb lletions d'argiles vermelles. C. conglomerats calcaris d'aspecte nodulós. Aquests nivells es corresponen als nivells A, B i C descrits en l'aflorament de la rasa i en els de la platja de l'Almadrava.

Fig. 5.18. a) Geologic profile of the trench of the railway at Almadrava. It represents with the abbreviations ESD the different seismic occurrences correlating with the interpretations of the trench (fig 5.16). At the site E, on approaching the fault 3 (fig 5.16) a tilting can be observed toward E as well as open fractures by limestone, detail that is represented by enlargement 1 of the figure-a. b) ideal synthetic series of the materials observed at the outcrop of the railway. A. calcareous conglomerates traced with levels of limestones. B. calcareous conglomerates well cemented with limestones less thick than in the level A, with of red clay. C. calcareous conglomerates of nodulus appearance. These levels correspond with the levels A, B and C described in the trench outcrop and in

- nivell d'argiles roges sense cimentar, que contenen algun còdol calcari flotant de diàmetre 0,5-1 cm, amb concrecions carbonàtiques (fig. 5.17a, B).

- nivell de conglomerats i graves carbonàtiques amb còdols heteromètrics de diàmetre entre 1 i 5 cm, angulosos; la matriu hi és molt abundant. Per la seva textura s'hi distingeixen dos nivells, un d'inferior, més nodulós i menys cimentat, i un de superior, lleugerament més potent, i més cimentat (fig. 5.17a, C1, C2).

Aquests dos nivells es troben esglaonats per dues falles subverticals de direcció N-S, amb un salt d'ordre mètric. L'actuació d'aquestes falles dona lloc en superfície a dos escarpaments que es troben recoberts per creixements de calitxe. A banda de les falles, l'aflorament mostra també algunes fractures obertes en forma de tascó, en algun cas amb creixements de calitxe a les parets i amb rebliment de llims i còdols de forma desordenada. El conjunt es troba basculat 15° cap a l'E.

A l'aflorament llarg de la platja (fig. 5.12, nº 2) cal destacar-hi la presència de tres nivells, els dos superiors correlacionables amb els descrits a l'anterior aflorament (fig. 5.17b). Així els materials observats aquí són, de base a sostre:

- Conglomerats calcaris fortament cimentats amb còdols heteromètrics, entre 2 i 15 cm, angulosos i amb la matriu llimosa. A l'escala de l'aflorament, aquests conglomerats mostren estratificació mètrica molt irregular. Aquests materials es corresponen al nivell A descrit a la rasa de l'almadrava. Els estrats estan basculats 8° cap al W.

- Argiles roges sense cimentar amb concrecions carbonàtiques i amb algun còdol flotant, calcari, de diàmetre inferior a 1 cm. es correspon al nivell B descrit a la rasa i a l'aflorament 1 de la platja (figs. 5.16 i 5.17 a).

- Conglomerats calcaris amb matriu abundant i còdols angulosos, heteromètrics, de diàmetre entre 2 i 8 cm i cimentats. Mostra un calitxe al sostre, així com creixements de calitxe en les fractures i també calitxes dispersos. Correspon al nivell C1 i C1 de l'aflorament 1 de la platja (fig. 5.17 a) i al nivell C de la rasa (fig. 5.16).

La superfície topogràfica d'aquest aflorament mostra un escarpament de 0,5 m de desnivell que coincideix amb les alineacions de la fractura principal de la rasa i d'una de les fractures de l'aflorament de la platja descrites abans. És doncs plausible interpretar l'estructura com l'expressió en superfície d'una falla, el bloc aixecat de la qual no aflora en aquest aflorament.

AFLORAMENT DE LA VIA DEL TREN.

L'aflorament de la via del tren (fig. 5.15, nº6) se situa al peu de la via, des de la intersecció entre aquesta i l'escarpament de l'Almadrava fins uns 300 m a l'W. Hi afloren els tres nivells que s'observen a la rasa de l'Almadrava (fig. 5.18): el nivell de conglomerats més cimentats i amb còdols més grans (A), a la base, el nivell de blocs de conglomerats calcaris amb intercalacions i lenticules d'argiles roges (B), i, a sostre, el nivell de graves calcàries amb molta matriu, poc cimentat i molt afectat per l'edafització (C). Els calitxes es disposen de manera semblant a la descrita a la rasa, separant els nivells, amb fragments dispersos sobretot en el nivell mitjà i superior, i amb creixements en les fractures verticals més porperes a l'escarpament de falla. La falla 3, que a la rasa arriba a la superfície, no s'hi arriba a observar ja que l'aflorament se situa en el bloc aixecat per la falla. Tot i així, s'hi observen fractures obertes, sense salt, que queden fossilitzades pel nivell B, de la mateixa manera que a la rasa i per tant correlacionable amb el nivell ESD1. El sostre del nivell B, doncs correspon al nivell ESD2, i la superfície topogràfica al nivell ESD3 interpretats a la rasa. La fracturació en aquest aflorament mostra una tendència a disposar-se NNW-SSE (fig. 3.11), tot i que cal considerar que algunes fractures poden estar produïdes per les càrregues de dinamita usades en la construcció dels ferrocarril. Cal destacar, en aquest aflorament, que l'estratificació, en l'acostar-se a la zona de la prolongació de la falla de nº 3 (fig. 5.16), s'inclina cap a l'E donant lloc a una flexió antiforme que queda truncada pel final de l'aflorament.

ELS AFLORAMENTS A FORATS DISPERSOS.

He localitzat dos forats, d'ordre mètric, artificials, que tallen els sediments propers a la prolongació de la falla nº 3 en el bloc enfonsat. L'un se situa entre la platja i la rasa (fig. 5.15, nº 3) i en ell s'observen els dos nivells superiors de la rasa: argiles roges a la base i conglomerats calcaris cimentats amb abundant matriu llimosa. L'interès de l'aflorament radica en la flexió sinforme que mostren aquests materials. La disposició és l'anàloga a l'observada a la part del bloc enfonsat més proper a la falla principal de la rasa. Es tracta segurament de la deformació deguda a l'arrossegament durant el lliscament de la falla. L'altre aflorament (fig. 5.15, nº5) se situa entre la rasa i la via del tren i mostra aquesta mateixa seqüència amb el sinclinal més atenuat.

ANÀLISI TOPOGRÀFICA.

Les condicions d'aflorament d'aquest escarpament, situat a la vora del mar i per tant subjecte a l'erosió costanera, limita les possibilitats de l'anàlisi topogràfica. Tot i així s'hi han realitzat cinc perfils, un d'ells de detall.

Per al càlcul del salt vertical s'ha mesurat el pendent del ventall al·luvial afectat per l'escarpament, que en les zones no afectades és de 2'5° a 3°. Les petites dimensions de l'escarpament i del ventall fan difícil seleccionar un perfil evitant l'erosió recent del ventall, fet que es tradueix en perfils ondulats en els que cal considerar un envoltent per a restituir la superfície original del con. El salt màxim calculat és de 8m a la part central de l'escarpament, tot i que el salt es manté força constant al llarg dels perfils generals realitzats (entre 7 i 8 m). La presència de construccions antròpiques cap al N, i de la costa cap al S, fan impossible d'observar la terminació de l'escarpament.

La distribució de pendents en els perfils mostra, a l'igual que en l'escarpament de Mont-roig, un cas que he catalogat de I+M (vegeu escarpament de Mont-roig), és a dir en que s'observa una zona amb un pendent invers al que s'observa en el ventall al·luvial no deformat. No s'observen evidències al camp que permetin afirmar que la zona ha experimentat erosió fluvial, tot i que aquesta ha actuat en zones veïnes.

Al raonament utilitzat a l'escarpament de Mont-roig per a interpretar la depressió observada al peu d'aquest com a deguda a l'acció d'una falla normal, s'hi afegeix, en el cas de l'escarpament de l'Almadrava, l'evidència d'existència d'un contexte extensiu aportada per la presència de falles normals aflorant, amb salt mètric.

El pendent màxim observat és també en aquest cas més elevat en els perfils detallats (48°) que en els generals (22°).

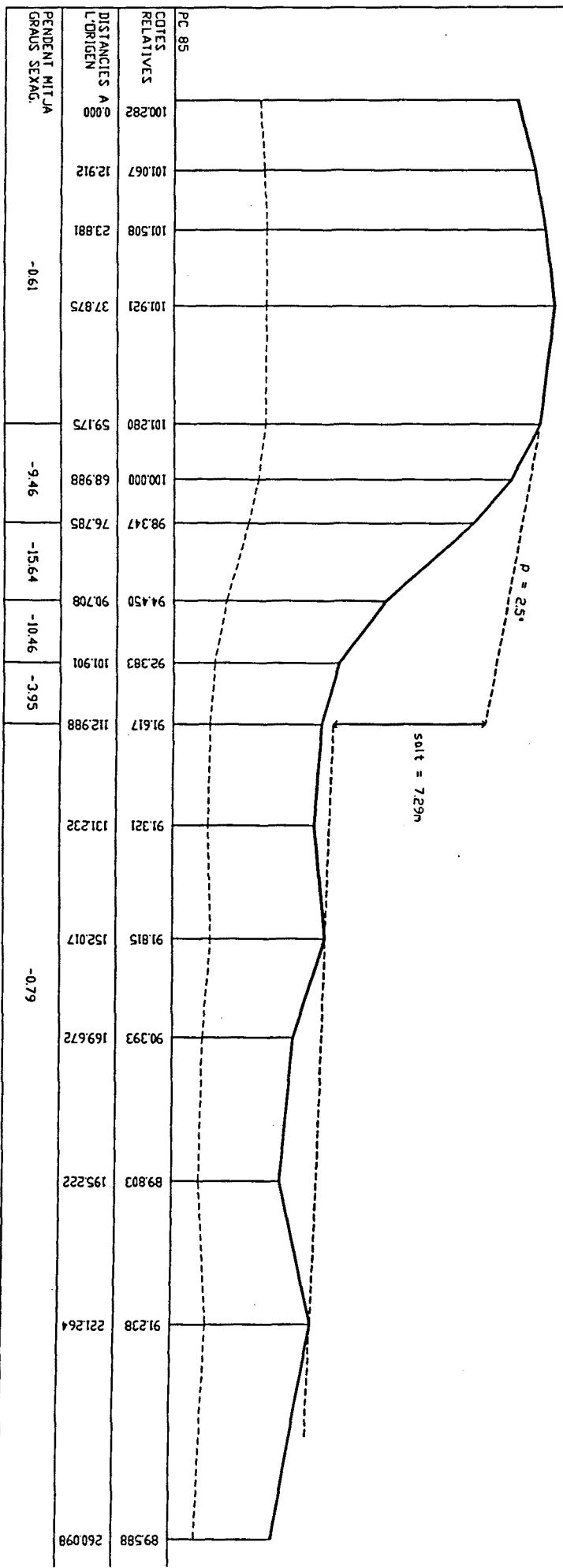
DISCUSSIÓ

Tot i les diferències locals entre els materials dels diferents afloraments, en proposo una correlació que es resumeix en l'existència de tres nivells estratigràfics. Les observacions realitzades en el nivell inferior mostren que aquest nivell manté la fàcies homogènia. El nivell mitjà, en canvi, mostra algunes variacions entre afloraments. Així, augmenta de potència, quan es troba en bloc enfonsat i a prop de la fractura, indicant que ha reblert la depressió creada per l'actuació de la falla; això s'observa a l'aflorament llarg de la platja. També cal remarcar els canvis de fàcies que mostra entre els afloraments de la platja, on no hi ha blocs de conglomerats calcaris, i la zona de la rasa i la via del tren, on es veu clarament que les argiles rebleixen zones deprimides de mides variables entre els conglomerats calcaris. Per últim convé esmentar que el nivell superior es mostra més cimentat en el bloc enfonsat i a la part de la platja que a la rasa i la via del tren, on està molt afectat per l'edafització i conté gran quantitat de concrecions carbonàtiques.

L'anàlisi de la fracturació, tant pel que fa a les diàclasis com a les falles, mostra que aquesta és paral·lela a l'alineació de l'escarpament, és a dir NNE-SSW tendint a N-S (3.10). Això indica que es pot tractar de deformació produïda durant els mateixos episodis deformatius. Tot i així, convé analitzar per separat els diferents tipus de fractures descrits fins aquí per elaborar un model de la deformació que expliqui les dades observades. En primer lloc cal considerar l'existència de fractures obertes, algunes clarament falles, amb un salt predominantment d'ordre decimètric, i d'altres sense

W ↔ E

ESCARP. L'ALMADRAVA 5



ESCALA HZ 1:1000
 ESCALA V 1:1000
 ESCALA V 1:250

Fig. 5.19. Perfil topogràfic de l'escarpament de l'Almadrava. Situació dels perfils a la Fig. 5. 15, la resta de perfils ressenyats es troben a l'apèndix II.

Fig. 5.19. Topographic profile of the Almadrava escarpment. Situation of the profiles to fig.5.15, the rest of the profiles outlined can be found in appendix II.

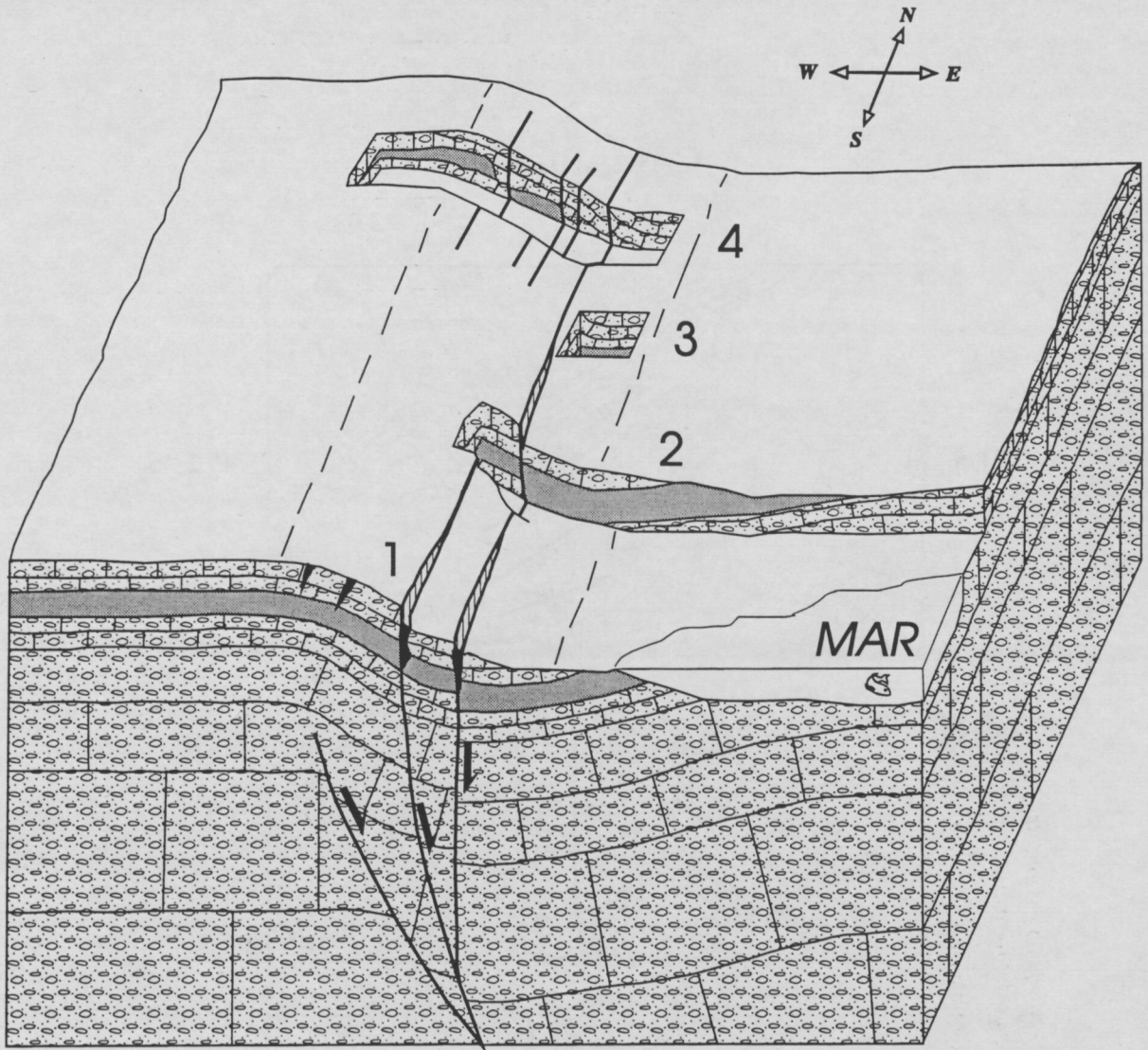


Fig. 5.20. Model proposat per a integrar totes les dades observades en els diferents afloraments de la zona de l'Almadrava. El bloc diagrama no té escala i és sintètic. 1. aflorament de la platja (fig. 5.17a). 2. aflorament de la platja (fig. 5. 17b). 3. aflorament en el forat. 4. aflorament de la rasa (fig. 5.13).

Fig. 5.20. Proposed model for integrating all the observed data in the different outcrops of the Almadrava area. The block diagram is not to scale and is synthetic. 1. beach outcrop (fig. 5.17a). 2. Beach outcrop (fig. 5. 17b). 3. hole outcrop. 4. trench outcrop (fig. 5.13).

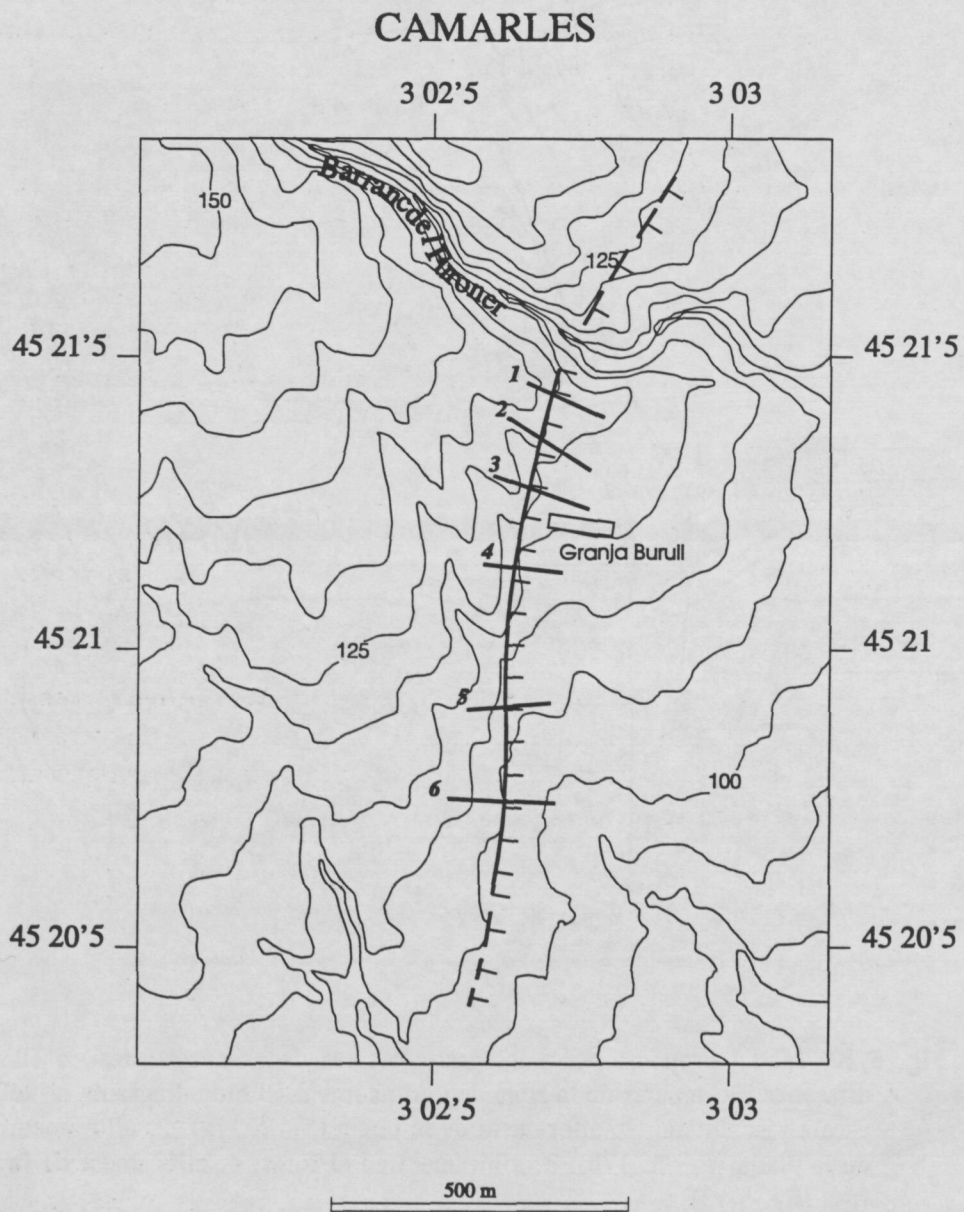


Fig. 5.21. Cartografia del traçat de l'escarpament de Camarles i situació dels perfils topogràfics.

Fig. 5.21. Cartography of the line tracing the escarpment of Camarles and situation of the topographic profiles.

salt, diàclasis. També cal considerar la flexió observada poques desenes de metres a l'W de la falla nº 3 en alguns afloraments.

Una deformació de la superfície mitjançant una flexió explicaria l'existència de les fractures obertes en forma de tascó; la part externa de la flexió experimenta una extensió més accentuada que la part interna degut a l'estirament produït per la flexió, i per tant les fractures són més obertes cap a la part superior, tal com es mostra a l'aflorament de la platja (fig. 5.15, nº 1) i, en algun cas, a la rasa. Això també explicaria la flexió que s'observa en els sediments en l'acostar-se a la falla de l'Almadrava. Aquest model no explica, però, l'existència de falles en alguns afloraments i per tant no és suficient. Un model mixt entre flexió i fracturació en superfície explica totes les dades exposades (fig. 5.20). La deformació principal està, en aquest model, produïda per una falla normal en profunditat, que ocasiona una flexió en superfície. En algun punt, petites falles afluïren a la superfície produint salts decimètrics i, en el cas de la falla de l'Almadrava, potser mètrics. La flexió provocaria un lleuger basculament de les falles, de manera que aquestes es mostren com a falles molt verticals mentre que corresponen a falles normals.

L'existència de flexions en superfície produïdes per falles normals en profunditat és observada a la plataforma continental en perfils sísmics publicats (Verdaguer 1983, Maldonado et al. 1986 Catafau 1987), en els perfils descrits en l'"Informe Final de Seguridad" de la Central Nuclear de Vandellós, realitzats fins a 8 km mar endins.

Les relacions estratigràfiques i les estructures observades a la rasa permeten considerar, al menys, dos esdeveniments paleosísmics posteriors a l'edat dels sediments als que afecten, (datació U/Th). El segon d'aquests esdeveniments ha produït fracturació que afecta la superfície emntre que el primer queda fossilitzat pels sediments del nivell superior.

5.3.1.3. L'ESCARPAMENT DE CAMARLES

Aquest escarpament se situa al Pla de l'Aldea, a 4 km al N de Camarles, entre el barranc de Cauvet, al S, i el substrat mesozoic, al N (fig. 5.21). El Pla de l'Aldea és una plana al·luvial formada per ventalls d'edat plio-quadernària. El substrat sobre el que es disposen aquests ventalls no aflora enlloc, tan sols se'n té informació gràcies als sondatges que indiquen que està format per graves que procedeixen de l'Ebre (Arasa 1994). El substrat preneògen està format per roques carbonàtiques d'edat juràssica i cretàica. El contacte entre els materials més recents i el substrat mesozoic no mostra indicis morfològics de moviment recent, i en algun lloc s'observa com els ventalls es disposen discordantment sobre el Mesozoic.

L'escarpament té 2 km de llarg, una orientació NNE-SSW a N-S i un desnivell màxim de 15 m. La zona no compta amb afloraments on es vegi l'estructura interna del ventall deformat. L'escarpament mostra les mateixes característiques morfològiques i es troba en materials similars als

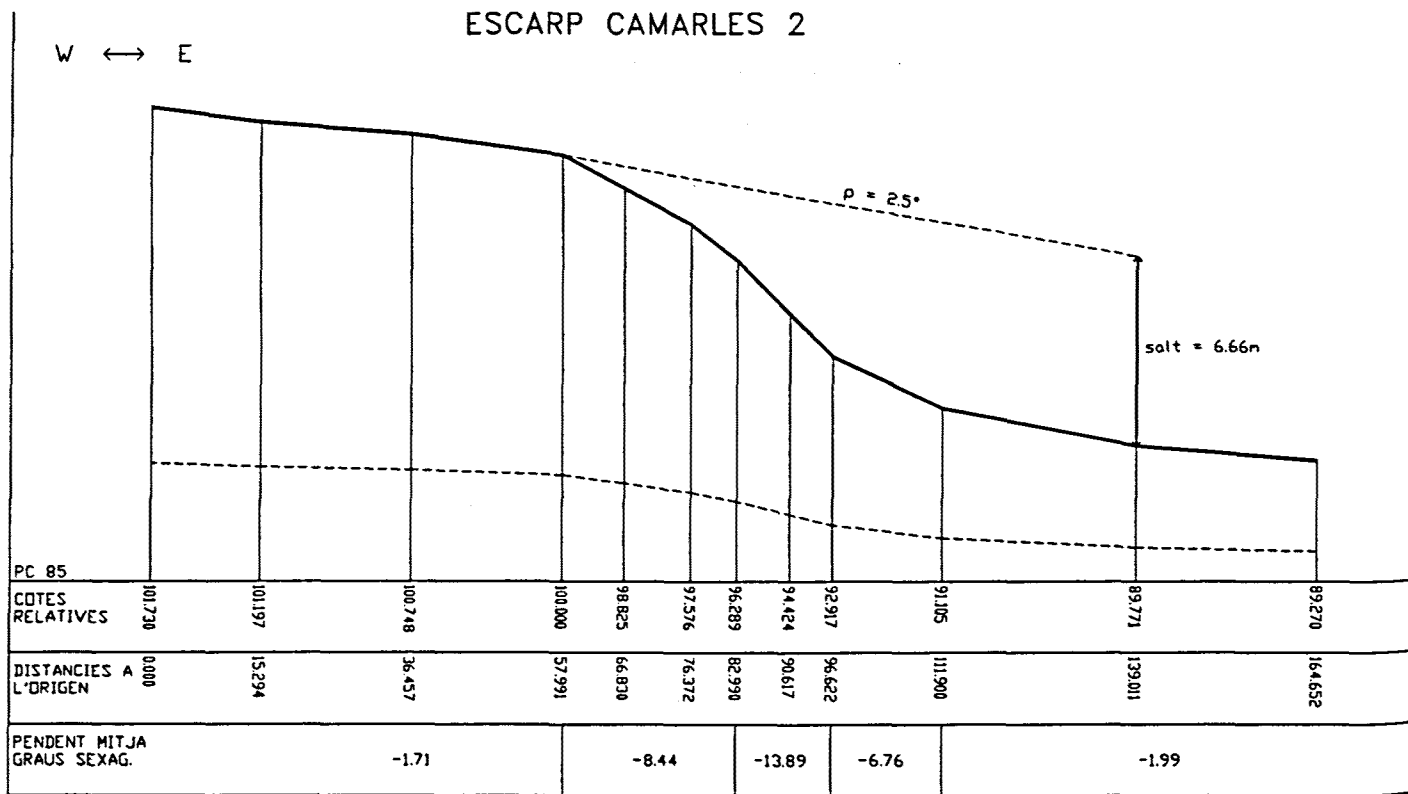


Fig. 5.22. Perfil topogràfic de detall realitzat a l'escarpament de Camarles. Situació dels perfils a la Fig. 5. 21.; la resta de perfils resenyats es troben a l'apèndix II.

Fig. 5.22. Topographic profile of detail realised at the Camarles escarpment. Situation of the profile to fig.5.21; the rest of the profiles outlined can be found in appendix II.

escarpaments de l'Almadrava i de Mont-roig, fet que porta a interpretar que es tracta també d'una flexió. S'hi observen diàclisis subparal·leles a l'esglaó morfològic i, en algun cas, petits escarpaments verticals de mida decimètrica, semblants als observats al sector S de l'escarpament de Mont-roig. L'altura de l'escarpament decreix cap als límits d'aquest.

Els conglomerats que estan afectats per aquesta estructura són possiblement pliocens superiors (es correlacionen amb els ventalls de Sant Onofre).

Tot i que les dades són escasses he interpretat aquest escarpament com degut a una flexió, mentre que els petits escarpaments en el front poden ser deguts al col·lapse dels blocs orientals de les diàclisis, que hi abunden.

ANÀLISI TOPOGRÀFICA

L'anàlisi topogràfica realitzada a l'escarpament de Camarles ha permès calcular un salt vertical màxim de 8 m a la zona central d'aquest, considerant un pendent de $2'5^{\circ}$ per al ventall al·luvial sense deformar. El salt decreix molt lleugerament cap al S on acaba desapareixent l'escarpament, mentre que cap al N no és possible d'analitzar degut a la construcció d'un aeròdrom.

En aquest escarpament no s'observen indicis de la depressió allargada detectada al peu dels escarpaments de Mont-roig i l'almadrava, tot i que això pot ser degut a l'acció antròpica ja que una carretera ocupa l'espai on li correspondria estar la depressió.

El pendent màxim observat en aquest escarpament és de 12° .

5.3.1.4. ESCARPAMENT DE L'ALDEA

L'escarpament de l'Aldea se situa a la comarca del Baix Ebre, a 2,5 km al N de l'Aldea, entre els barrancs de Pixadors, al S, i el de Vinaxarop, al N (fig. 5.23). Actualment una part d'aquest escarpament no és visible degut a la construcció d'un aeròdrom a l'extrem N. Afecta els ventalls al·luvials del Pliocè superior del Pla de l'Aldea (vegeu l'"escarpament de Camarles"). El substrat mesozoic és format principalment per roques carbonàtiques d'edats juràsiques i cretàiques.

Aquest escarpament té 2,5 km de llargada i mostra poc desnivell, uns 5 m acumulats. La direcció no n'és homogènia, sinó que mostra una meitat meridional de direcció NE-SW i una meitat septentrional de direcció NNE-SSW. L'expressió morfològica és quasi inapreciable al camp i en canvi és clarament visible mitjançant la fotografia aèria. A l'extrem S, al marge dret del barranc de Pixadors, de forma alineada amb l'escarpament, s'observa una forma triangular que s'ha interpretat

ESCARPAMENT DE L'ALDEA

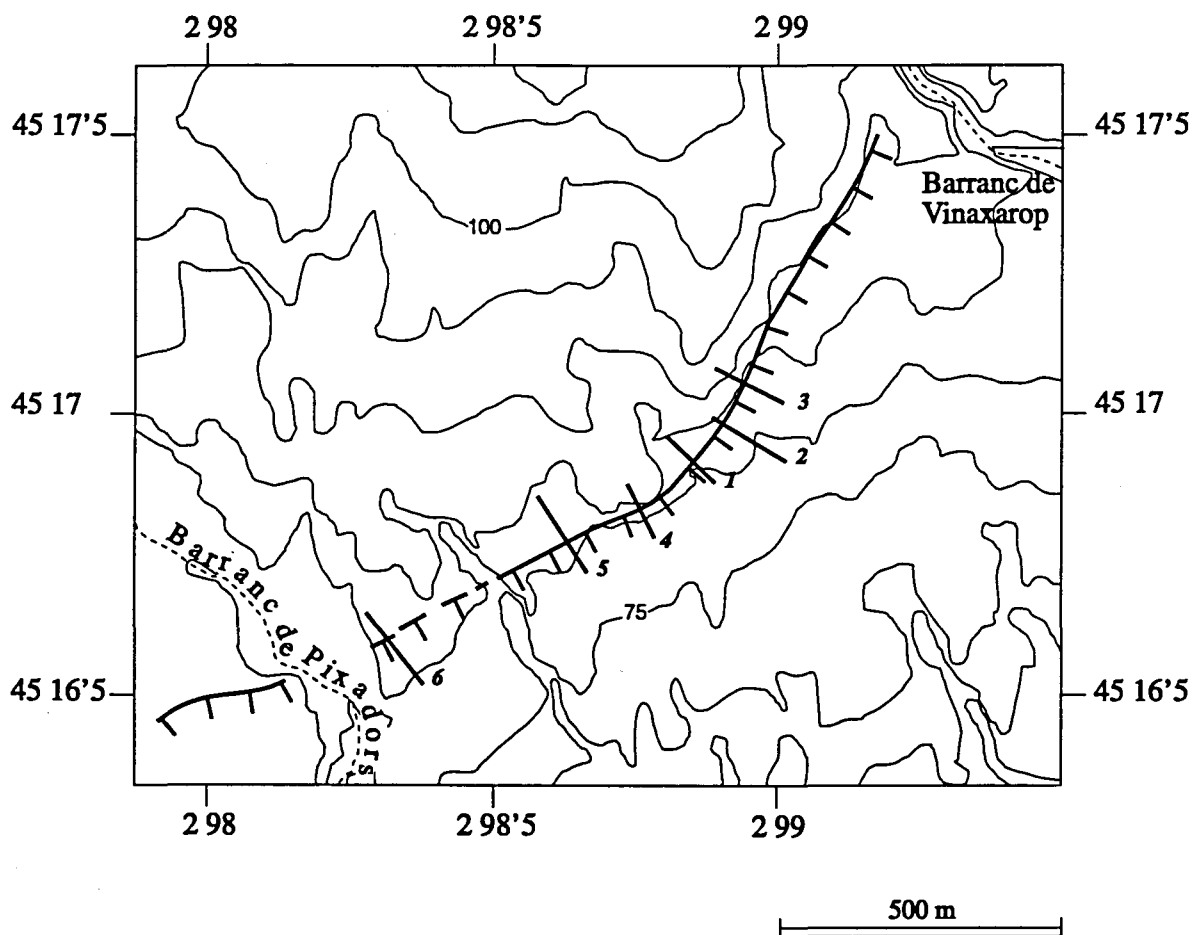


Fig. 5.23. Cartografia del traçat de l'escarpament de l'Aldea i situació dels perfils topogràfics.

Fig. 5.23. Cartography of the line tracing the escarpment of la Aldea and situation of the topographic profiles.

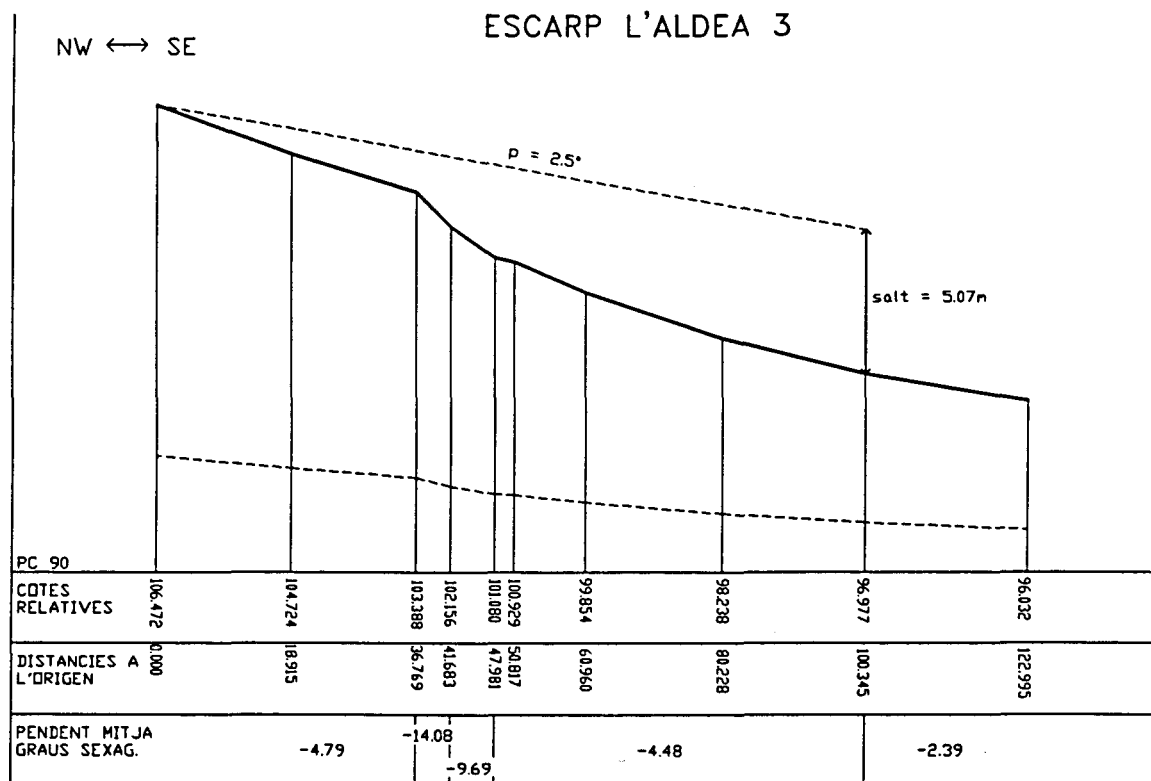
com una petita faceta triangular. He observat, a més, diverses diàclasis paraleles a l'alineació. En aquest escarpament el model de deformació és difícil de determinar degut a les poques dades, però les dades topogràfiques també concorden amb una possible flexió.

ANÀLISI TOPOGRÀFICA

Aquest escarpament, que té un salt menor als precedents i es troba cobert per una espessa malla de margeres amb cultiu d'oliveres, es mostra poc nítid en els perfils topogràfics. Tot i així, considerant un pendent del ventall al·luvial regional de 2'5°, el salt màxim calculat és de 5m a l'extrem septentrional i decreix cap al S. El pendent màxim observat (14°) coincideix, coherentment, amb la transversal on el salt és major. No s'ha observat cap indicatiu clar d'una depressió allargada al peu de l'escarpament tot i que la morfologia i la distribució de pendents de l'escarpament és similar a la dels escarpaments que sí mostren aquesta depressió.

5.3.1.5. L'ESCARPAMENT DE SANT ONOFRE

L'escarpament de Sant Onofre se situa a 3 km a l'W de l'Aldea, a la zona on la via del tren i la carretera que uneixen l'Aldea amb Tortosa se separen de la seva trajectòria paral·lela (fig. 5.25). Des del punt de vista geològic, la zona de Sant Onofre constitueix un aflorament clau en la comprensió de l'estratigrafia i els medis sedimentaris que han tingut lloc a la fossa del Baix Ebre. La zona es troba a pocs centenars de metres del substrat mesozoic que aquí és format per roques carbonàtiques cretàiques. L'escarpament posa en contacte margues i calcàries pliocenes amb els conglomerats calcaris que formen els ventalls al·luvials del Pla de l'Aldea. La seva orientació és NNE-SSW, amb una longitud de 300 m i un desnivell d'un metre. La via del tren mostra un aflorament de la falla que ha causat l'escarpament morfològic, on es veu clarament un contacte tectònic per falla normal, cabussant cap a l'ESE, entre margues marines pliocenes i conglomerats quaternaris cimentats. Cal remarcar que els materials que s'observen en el bloc aixecat es mostren, a la zona, més fàcilment erosionables que els plio-quaternaris, que estan fortament cimentats. L'anàlisi topogràfica mostra que la morfologia d'aquesta alineació no té les mateixes característiques morfològiques de la resta d'escarpaments descrits. Així, localment, l'escarpament de Sant Onofre mostra una elevació màxima a la zona de falla mentre que les superfícies dels dos blocs dislocats per la falla es troben més baixes que la zona de falla. La zona de fractura és una zona de major circulació d'aigües, i per tant és plausible que aquesta major circulació hagi causat una major cimentació de la zona fent-la més resistent a l'erosió. Aquest escarpament, doncs, no mostra evidències morfològiques clares de moviment recent de la falla tot i que els materials que afecta són plio-quaternaris.



ESCALA Hz 1:1000
 ESCALA V 1:1000
 ESCALA V 1:250

Fig. 5.24. Perfil topogràfic de detall realitzat transversalment a l'escarpament de l'Aldea. Situació dels perfils a la Fig. 5. 23.; la resta de perfils resenyats es troben a l'apèndix II.

Fig. 5.24. Topographic profile of the detail realised across the Aldea escarpment. Situation of the profiles to fig.5.23; and the rest of the profiles can be found at appendix II.

SANT ONOFRE

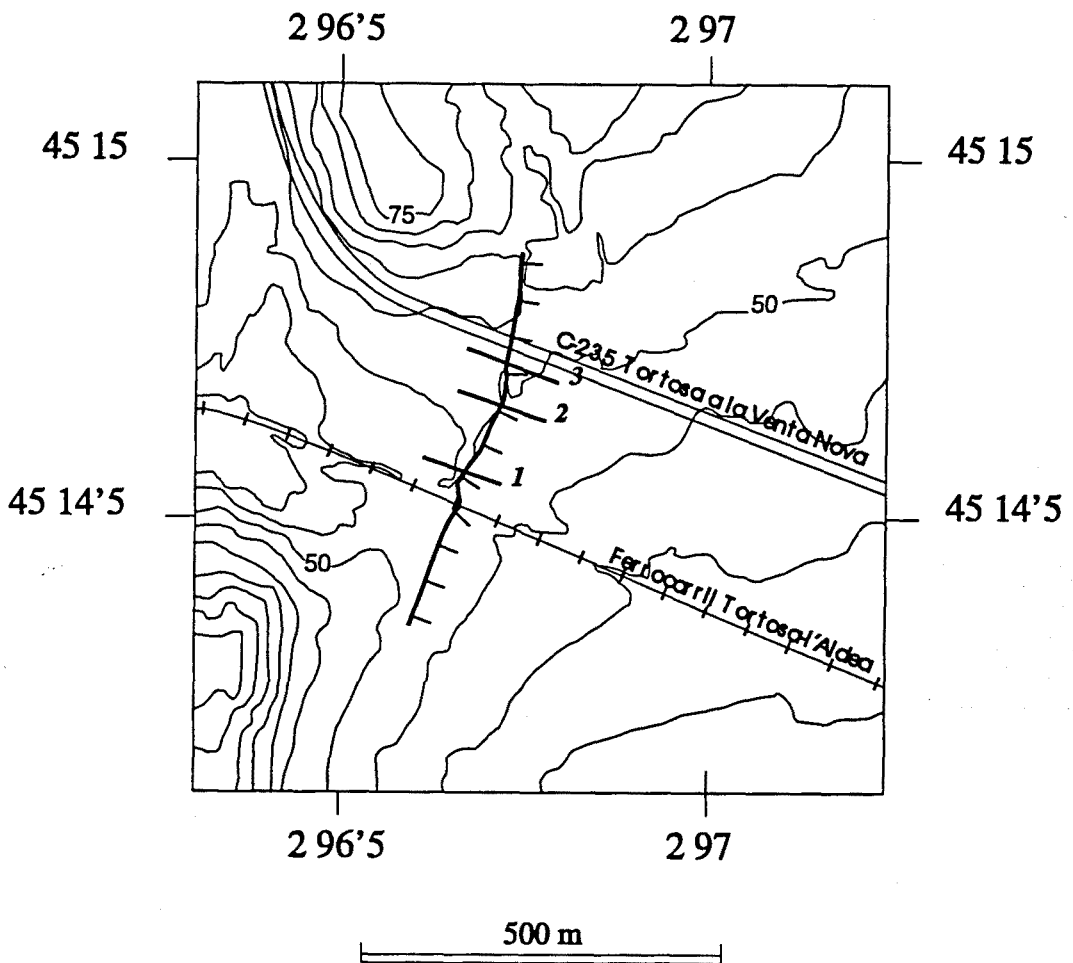
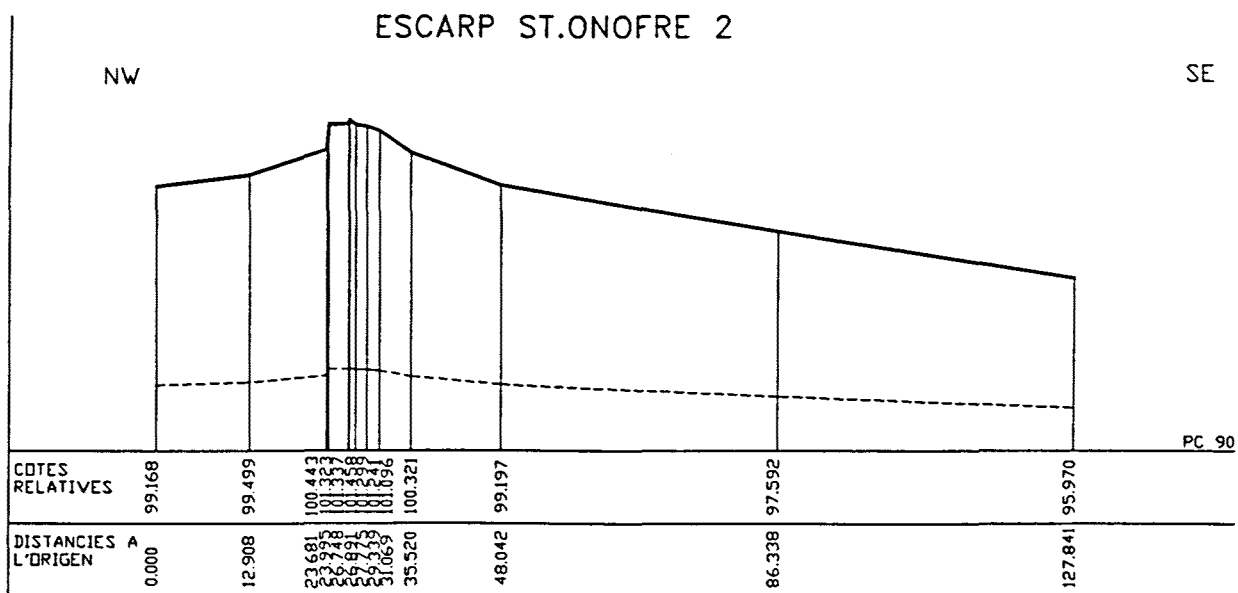


Fig. 5.25. Cartografia de l'escarpament de Sant Onofre i situació dels perfils topogràfics.

Fig. 5.25. Cartography of the line tracing the escarpment of Sant Onofre and situation of the topographic profiles.



ESCALA Hz 1:1000
 ESCALA V 1:1000
 ESCALA V EXAGERADA 1:250

Fig. 5.26. Perfils topogràfics detallats de l'escarpament de Sant Onofre. Situació dels perfils a la Fig. 5. 25.

Fig. 5.26. Topographic profiles detailing the escarpment of Sant Onofre. Situation of the profiles to fig.5.25.

5.3.1.6. DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

La presència d'escarpaments de falla que afecten materials plio-quadernaris implica l'existència d'activitat tectònica recent, tot i que la poca quantitat d'escarpaments detectats permet afirmar també que aquesta activitat no és intensa. La localització dels escarpaments pot indicar que aquesta activitat és més important a la meitat meridional de les Cadenes Costaneres Catalanes tot i que cal considerar la major facilitat per a la seva detecció en aquestes zones respecte a les del N degut a la menor degradació de la superfície d'acumulació plio-quadernaria.

Als escarpaments descrits cal afegir-hi el de Sant Jordi, que s'ha determinat mitjançant mètodes indirectes (vegeu l'apartat de criteris geomorfològics) que té una orientació NNE-SSW. A la meitat septentrional de la zona estudiada he observat només un escarpament al peu del front muntanyós del Montseny que se situa en el contacte entre els materials del substrat mesozoic i paleozoic amb els materials de la fossa del Vallès i per tant és podria ser degut a erosió diferencial, i que ja s'ha descrit a l'apartat d'indicadors geomorfològics. Aquest escarpament és d'escassa longitud, 700 m, i una orientació coincidint amb el front del Montseny, és a dir NE-SW. També cal considerar com un escarpament de falla recent, tot i que en un estadi evolutiu molt incipient, l'alineació d'anomalies de l'índex de gradient observada paral·lela al front del Baix Ebre.

L'orientació dels escarpaments descrits és N-S per als més meridionals i varia cap a NNE-SSW en la resta d'escarpaments amb l'excepció del del Montseny, el més septentrional, (del que no es té la seguretat que sigui escarpament de falla recent) que es disposa NE-SW. Així, es pot afirmar que els escarpaments s'orienten sub-paral·lelament a les falles normals neògenes més properes. Per altra banda, la seva disposició és esglaonada en sentit dextrogiu (en el sentit de Rodgers, 1980).

El desnivell acumulat observat als escarpaments varia entre 0.70 i 17 m si no es té en compte el de Sant Onofre, on l'anàlisi topogràfica permet interpretar que la alineació no és deguda a un desnivell sinó a una major cimentació de la zona de falla segurament per la major circulació de fluids per la fractura. En la resta d'escarpaments s'observa que, on el desnivell és major (sector central de l'escarpament de Mont-roig), les diàclasis que formen el front es troben més inclinades contrapendent. Això afavoreix la hipòtesi d'una important component de flexió en la formació dels escarpaments.

Així, i com ja he discutit en alguns escarpaments, proposo un model de flexió combinat amb l'activació de falles normals locals en el front per a explicar la formació dels escarpaments observats. El model s'observa clarament a l'escarpament de l'Almadrava i amb menys afloraments al de Mont-roig, mentre que en els altres exemples, les dades existents ho corroboren però no són suficients per a demostrar que el segueixen. El model implica l'existència d'una falla important en profunditat que no arriba a aflorar en superfície, però que és la causant directa de la deformació.

El moviment vertical de les falles és patent per l'existència dels escarpaments amb desnivellació de la superfície topogràfica. La fracturació a petita escala, conjuntament amb l'existència de basculaments cap a la falla en el bloc enfonsat (escarpament de l'Almadrava), que

		MAGNITUD	LONGITUD RUPTURA	SALT
1	Borah Peak, EUA (1983)	7,3	34	1
2	Kalamata, Grècia (1986)	5,8	6	0,2
3	Lokris, Grècia (1894)	-	57	1,7
4	Pleasant Valley, EUA (1915)	7,6	61	6,6
5	Kenia (1928)	6,9	28	2,9
6	Bulgaria (1928)	6,5	54	0,4
7	Bulgaria (1928)	6,9	50	3
8	Ford Sage mountains, EUA (1950)	5,6	8,7	0,6
9	Fallon-Stillwater, EUA (1954)	6,3	20	0,3
10	Dixie Valley-Fairwiew Peak, EUA (1954)	6,9	26	0,76
11	Dixie Valley-Fairwiew Peak, EUA (1954)	-	47	2,7
12	Gediz, Turquia (1970)	7,07	38	2,4
13	Irpina, Italia (1980)	6,9	40	0,5

Taula 7. Taula amb els valors de la longitud de la ruptura i el salt de falla observats en diversos escarpaments de falles normals produïts durant un esdeveniment sísmic fort (vegeu text).

Table 7. Table giving the values for the length of the surface rupture and the slip of the fault observed in different escarpments of normal faults produced during a strong seismic event (see text).

també s'intueix a partir de les dades de topografia detallada, permeten interpretar que les fractures que creen la deformació a més gran escala actuen com a falles normals.

Els sediments deformats tenen una edat pliocena superior. Així, el moviment de les fractures que han creat els escarpaments és posterior a aquest moment. Les datacions realitzades a l'escarpament de l'Almadrava indiquen una edat superior a 300 000 a 350 000 anys i les de la rasa de Mont-roig mostren que els sediments de 5 000 anys d'edat ja no estan deformats.

Únicament a l'escarpament de l'Almadrava s'ha pogut determinar l'existència de tres episodis de deformació, que podrien ser el resultat d'esdeveniments sísmics diferenciats. En els altres escarpaments, la impossibilitat de realitzar rases en les localitzacions adequades, no ha permès de realitzar interpretacions en aquest sentit.

La longitud dels escarpaments és petita, comparada amb els escarpaments que es produeixen en terratrèmols actuals. Tan sols el de Mont-roig presenta una llargada equiparable a la d'escarpaments produïts en sismes forts actuals. Segons Wyss (1979) és necessària una magnitud 5,5 per a produir escarpament en superfície. Així, es pot considerar que la zona ha sofert l'acció d'un o diversos (l'Almadrava) sismes d'aquesta magnitud abans de 350 000 a. Per l'escarpament de Mont-roig, mitjançant les equivalències establertes per (Bonilla et al., 1984), es pot considerar un sisme de magnitud entre 6 i 6,5, que ha tingut lloc anteriorment a 4490-4790 a. BC (¹⁴C, rang del valor de 2 sigma calibrat) i posteriorment al Musterià.

5.3.1.7. SOBRE ELS POSSIBLES ESDEVENIMENTS SÍSMICS GENERATS PER LA FALLA DE L'ESCARPAMENT DE MONT-ROIG

Dels escarpaments de falla descrits en aquesta tesi, el de Mont-roig és el que, per la seves dimensions, és més comparable a les ruptures de superfície que es produeixen durant terratrèmols forts. Ja he descrit els diferents paràmetres morfològics que mostra aquest escarpament, de 10 km de longitud i fins a 17 m de salt. També he realitzat, per comparació amb anàlisis de dades de sismes i longitud de les ruptures de tot el món (Bonilla et al 1984), una estimació de la magnitud (6,5) màxima del sisme, o sismes, generats per la falla que controla l'escarpament. En canvi, no he pogut determinar, mitjançant les rases, la quantitat d'esdeveniments sísmics que ha generat la falla de manera directa. La determinació de la quantitat d'esdeveniments sísmics generats per la falla és d'especial interès en estudis de perillósitat sísmica i per tant en estudis de risc sísmic. L'interès rau en la determinació d'un període de recurrència dels esdeveniments sísmics, que juntament amb les dades del període trascorregut des de l'últim terratrèmol, permeten estimar el temps fins al proper sisme.

Així, i donada la impossibilitat d'obtenir aquestes dades de l'anàlisi de rases, he comparat l'escarpament de Mont-roig amb ruptures de superfície descrites a la bibliografia i he especulat respecte els salts possibles per esdeveniment que podria haver experimentat la falla de Mont-roig i,

RELACIÓ LLARGADA DE RUPTURA-SALT

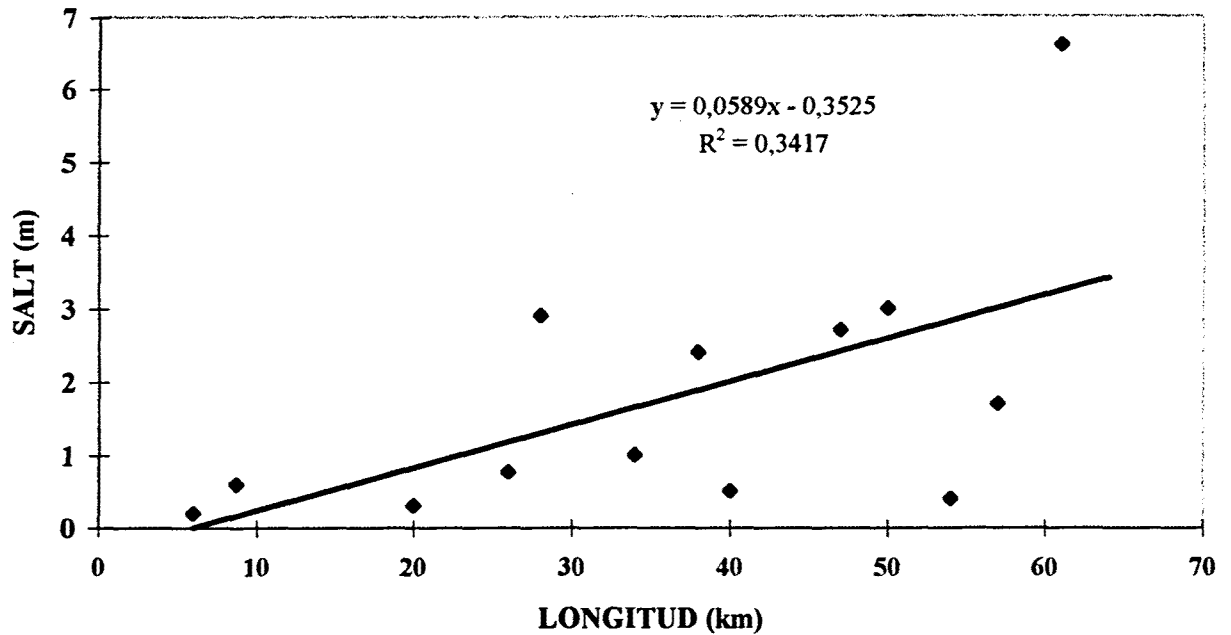


Fig. 5.33. Relació entre la llargada de la ruptura en superfície i el salt màxim en terratrèmols. (Dades de: Papavasiliou (1894), Skuphos (1894), Bonchev i Bakalov (1928), Kiroff (1935), Willis (1936), Jankof (1945), Tocher (1956), Gianella (1957), Slemmons (1957, 1977), Richter (1958), Mickey (1966), Westphal i Lange (1967), Ryall i Malone (1971), Tasdemiroglu (1971), Ambrasseys, i Tchalenko (1972), Bonilla et al 1984, Crone & Machete (1984), Wallace (1984), D'Addezio et al (1993)).

Fig. 5.33. Ratio between the length of the surface rupture and the maximum earthquake slip. (Data from Papavasiliou (1894), skuphos (1894), Bonchev and Bakalov (1928), Kiroff (1935), Willis (1936), Jankov (1945), Tocher (1956), Gianella (1957), Slemmons (1957, 1977), Richter (1958), Mickey (1966), Westphal and Lange (1967), ryall and Malone (1971) Tasdemiroglu (1971), Ambrasseys and Tchalenko (1972), Bonilla et al. (1984), Crone and Macetw (1984), wallace (1984), D'Addezio et al. (1993).

després, respecte les conseqüències d'aquest salt en els càlculs de recurrència sísmica de la falla. Convé remarcar que aquests càlculs representen una especulació, basada en diverses assumpcions no comprovades, i per tant només poden ser considerats com a primeres estimacions per a realitzar hipòtesis que haurien de basar treballs futurs.

Les assumpcions realitzades són les següents:

- S'assumeix que la longitud d'una falla és directament proporcional al salt d'aquesta. Llavors, comparant amb dades de falles de característiques similars de les quals es coneixen els dos valors, es pot calcular el valor de l'una (longitud de la ruptura en superfície) sabent el valor de l'altre (salt per esdeveniment) o a l'inrevés.
- S'assumeix que la falla ha tingut un comportament similar al llarg de la seva història: una mateixa longitud de la ruptura, un mateix salt per esdeveniment sísmic i una mateixa magnitud. Llavors, sapigut el moment d'inici de l'activitat de la falla i atribuït un valor al salt per esdeveniment sísmic, es pot calcular la quantitat d'esdeveniments sísmics generats per la falla.

A la taula 6 figuren les dades de la longitud de ruptura en superfície i de salt màxim experimentat en la ruptura de diverses falles que han generat terratrèmols de magnituds importants. Les falles representades en el gràfic són en tots els casos normals, a l'igual que la que s'interpreta que ha generat l'escarpament de Mont-roig, a fi de poder-les comparar. Aquestes dades són les que he utilitzat per a establir el gràfic de la figura 5.33 que relaciona la longitud de les ruptures i el salt màxim.

Per especular amb les dades anteriors cal tenir present que l'escarpament de Mont-roig se situa en un segment de la falla del Camp de uns 25 km de llargada que s'exten desde les Borges de Camp al NE fins a la zona d'afloraments rocosos de la zona de l'Hospitalet de l'Infant, al SW, on es continua amb la falla de l'Almadrava, de direcció N-S. Com ja he exposat, amb les dades anteriors cal suposar que l'últim esdeveniment de la falla de l'Almadrava va tenir lloc abans de 350 000 a., mentre que l'escarpament de Mont-roig afecta materials l'edat dels quals ha estat estimada en 100 000 a. Per tant, per a avaluar l'ordre de magnitud del temps de recurrència dels esdeveniments sísmics causats per la falla de l'escarpament de Mont-roig considerarem dues longituds extremes: la mínima de 10 km que corresponen a la longitud de l'escarpament observat, i la màxima, que correspondria a tot el segment de Mont-roig, és a dir, uns 25 km (cal no oblidar que la intensa activitat agrícola de la zona podria haver destruït l'escarpament a les zones on el seu desnivell és petit; des de 1956 ençà, ja s'ha observat com part de l'escarpament, en el seu extrem SW, ha estat degradat per la construcció d'un camp de golf). Així, d'acord amb les dades de la figura 5.33, per a una longitud de ruptura en superfície de 10 km, el salt per esdeveniment seria de 0,33 m. per tant, el salt total de l'escarpament (17 m) s'hauria produït gràcies a uns 74 episodis de lliscament de la falla. Si es considera l'inici de l'activitat d'aquesta falla fa 100 000 a., el període de recurrència seria de 1350 a., valor inferior als 6485-6785 a. abans de 1995 (4490-4790 BC) atribuïts als nivells no afectats per la falla analitzats a la rasa de Mont-roig. Considerant una longitud de 25 km, el salt per esdeveniment seria de 110 cm, que implicaria 15 esdeveniments per a aconseguir els 17 m de desnivell observats i una periodicitat d'uns

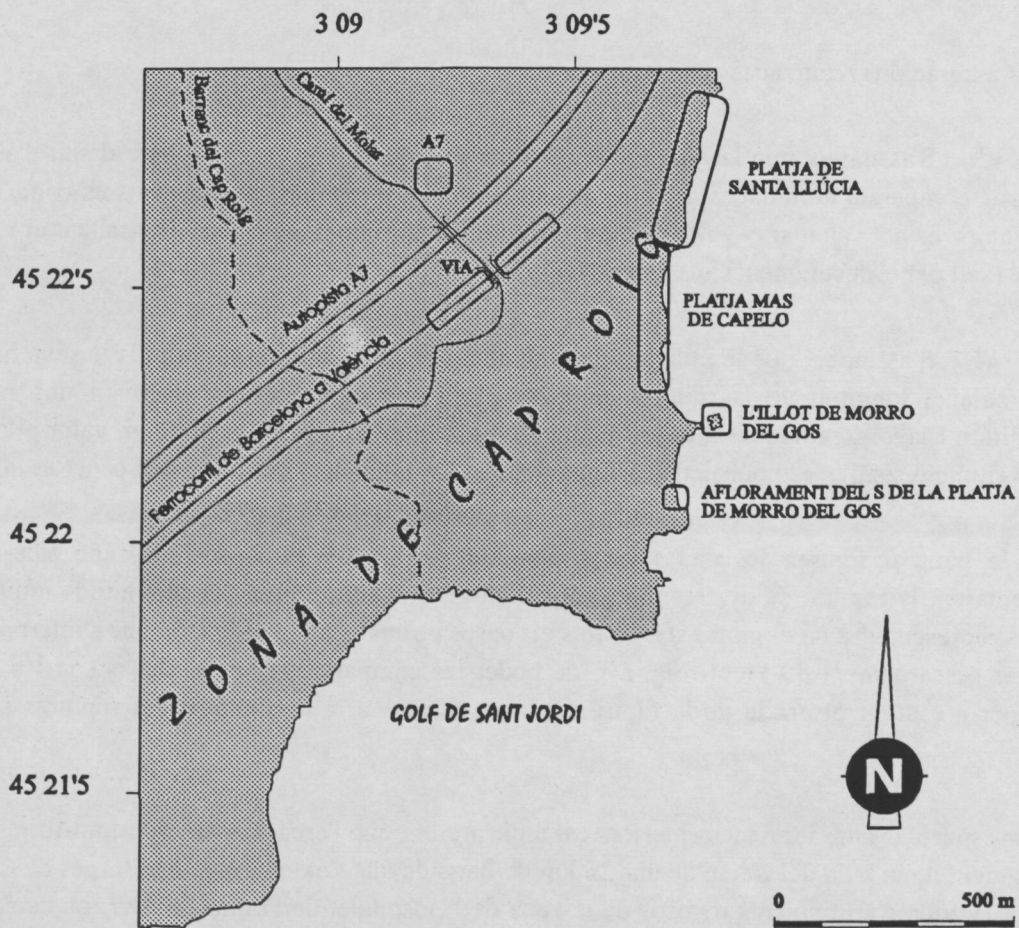


Fig. 5.27. Mapa de situació dels afloraments de Cap Roig. Situació de cap Roi a la Fig. 5.28

Fig. 5.27. Map of the situation of the Cap Roig outcrops. Situation of Cap Roi is at fig.5.28.

6600 anys, valor semblant als 6485-6785 a. abans de 1995 (4490-4790 BC) atribuïts als nivells no deformats de la rasa de Mont-roig.

Una altra línia d'especulació podria ser la comparació amb l'escarpament de l'Almadrava, morfològicament molt semblant. En aquest escarpament, les ruptures que van assolir la superfície presenten salts màxims de l'ordre de 0,5 m. S'ha de tenir present que aquests salts s'acompleixen prop d'on la falla s'endinsa en el mar i per tant no sabem ni la longitud exacta de la falla ni el salt màxim. Així, el salt observat serà un valor mínim. Si es considera doncs 0,5 m de salt per esdeveniment a la falla de Mont-roig, s'obté una periodicitat de 3000 a.

Per a valorar tots aquests resultats s'ha de considerar que no necessàriament tot el desnivell de l'escarpament de Mont-roig ha estat produït per salt de ruptura superficial. Una part pot ser deguda a flexió, fet que succeeix sovint sincrònicament amb la suptura com es pot comprovar al veí escarpament de l'Almadrava o als escarpaments ocorreguts durant el terratrèmol d'Irpina (1980) a Itàlia (D'Addezio et al 1993). Això implica que el nombre d'esdeveniments sísmics hauria de ser menor que el calculat i per tant el període de recurrència major.

En resum, aquestes estimacions indiquen a grans trets que els esdeveniments sísmics generats per la falla que controla l'escarpament de Mont-roig haurien tingut una periodicitat de pocs milers d'anys, el mateix ordre de magnitud que l'edat dels sediments analitzats a la rasa de Mont-roig que no es troben deformats i tenen una edat de 6485-6785 a. abans de 1995 (4490-4790 BC). Per tant, tot i que no hi hagi registre de grans sismes històrics en aquesta regió, la falla de Mont-roig ha de ser considerada com una falla activa (activitat sísmica dins dels últims 50 000 anys segons la *U.S. Nuclear Regulatory Commission*) i la comparació dels períodes de recurrència avaluats -considerant-los amb totes les precaucions que calen- amb el temps transcorregut sense activitat justifiquen la profundització en l'estudi paleosismològic directe de la falla.

5.3.2. ANÀLISI DELS INDICADORS DE LIQÜEFACCIÓ

Les evidències de liqüefacció a la zona estudiada són poques. La majoria de les estructures que indiquen aquest fenomen es troben a la zona del cap Roig, tot i que també he observat alguns dics clàstics aïllats a altres indrets de la meitat meridional de la zona estudiada.

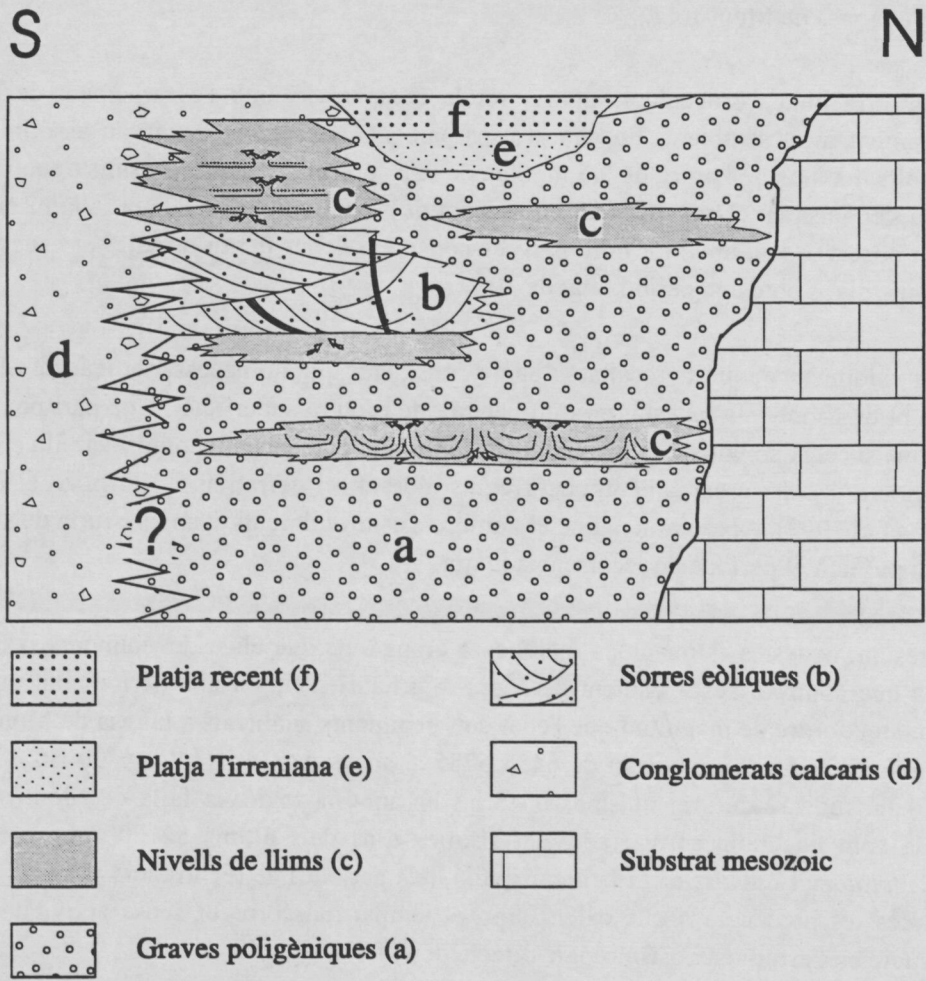


Fig. 5.28. Esquema estratigràfic sintètic dels dipòsits que afloren al cap Roig.

Fig. 5.28. Synthetic stratigraphic schematic of the deposits that occur at Cap Roig.