

L'ACTIVITAT NEOTECTÒNICA A LES CADENES COSTANERES CATALANES

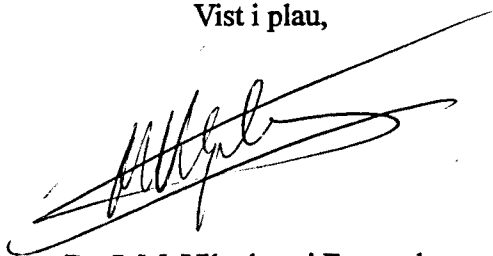
Eulàlia Masana

*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,



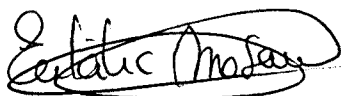
Dr. J. M. Vilaplana i Fernandez
Director de la tesi

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

3.2. ANÀLISI DE LA FRACTURACIÓ

La deformació fràgil que afecta dipòsits recents a la zona estudiada és escassa. En tots els afloraments on s'han observat diàclasis o bé falles, s'hi ha realitzat una estació (fig. 3.4). En alguns casos les dades són molt poques i per tant les conclusions que se'n puguin treure s'han de considerar amb precaució. Cal esmentar la importància de la major presència de sediments recents a la meitat meridional de la zona estudiada com a possible control de la major concentració de dades de fracturació en sediments recents en aquesta meitat. També cal advertir que les dades són poques per a efectuar una anàlisi cinemàtica completa, tot i que, en absència de més dades, aquesta aproximació és pot considerar acceptable.

3.2.1. LES FALLES

Les falles observades en aquesta zona són en tots els casos normals, i amb salts que varien entre centimètrics a mètrics -també s'estimen salt més importants en algunes falles tot i que no s'obsevin directament^(r). S'han realitzat estacions en els afloraments o zones on es poden mesurar més de dues falles, i en la taula 5 s'han afegit també les orientacions d'algunes falles úniques en el seu aflorament. Les estacions es concentren en dues zones, la del Llobregat en travessar la Cadena Litoral i la propera a l'Ebre (incloent-hi Rasquera). La poca consistència dels materials fa que la fracturació no s'hi desenvolupi bé; només en l'estació de les margues pliocenes de Sant Onofre he pogut mesurar les estries i, per tant, utilitzar un mètode més exacte en la determinació del camp d'esforç que ha ocasionat les falles, segons els mètodes d'Etchecopar (1984) i d'Angelier i Bergerat (1983). En les estacions on s'observen falles conjugades s'ha utilitzat el model proposat per Anderson (1951) en el que es considera que σ_1 es disposa paral·lel a la bisectriu entre l'angle agut descrit per les dues falles conjugades. En la resta de casos s'ha realitzat una estimació considerant que un dels esforços principals és vertical; en aquests casos σ_1 pot ser considerat vertical o bé paral·lel a la direcció de les falles. A continuació es fa una breu descripció de cada aflorament (fig. 3.4).

3.2.1.1. AFLORAMENTS AMB FALLES QUE AFECTEN MATERIALS PLIOCENS

Les margues pliocenes de Sant Onofre. La fracturació en aquestes margues és important en els nivells inferiors. Els nivells superiors estan també fracturats encara que amb menys intensitat. Es tracta de falles normals en famílies conjugades que mostren restes d'estriació i en les que s'observa en alguns casos el sentit del moviment. Això ha permès d'analitzar aquesta

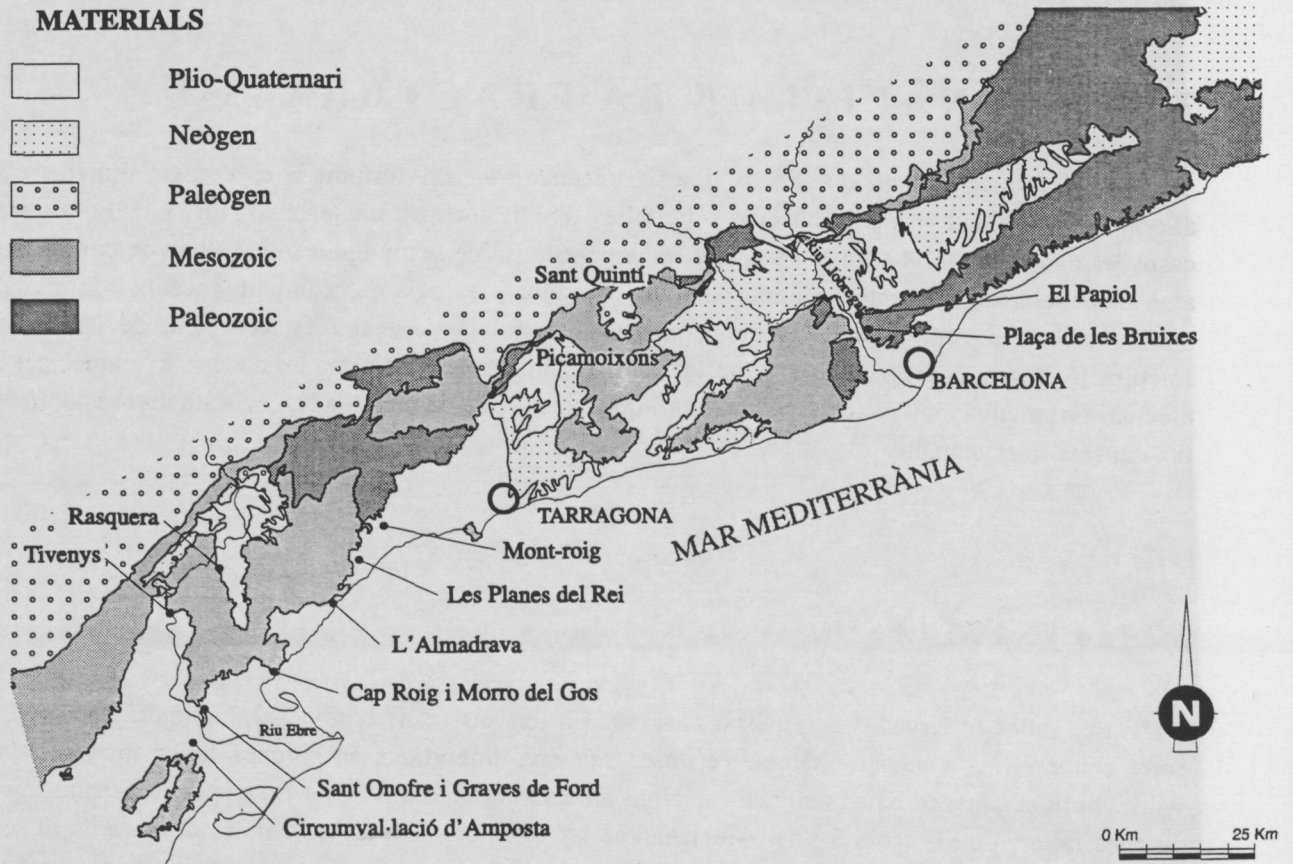


Fig. 3.4. Mapa de situació dels diferents afloraments en els que s'han observat estructures fragils recents.

Fig. 3.4. Map of the situation of different occurrences of fragile structures which have been observed.

fracturació amb dos mètodes (Etchecopar, 1984 i Angelier i Bregerat, 1983), amb els que s'obté el mateix resultat. A la fig. 3.5 es mostren els resultats del dos mètodes que indiquen σ_1 vertical, i σ_3 SSE-NNW.

La falla del Penedès a Sant Quintí. En aquest aflorament no s'hi ha realitzat cap estació degut a que només hi aflora una sola fractura. L'interès de l'aflorament radica en què s'observa clarament com la falla afecta als conglomerats pliocens de Riudebitlles. La orientació de la falla en l'aflorament és 050/90. Amigó (1986), realitzà una estació de mesura de població de falles direccionals en els conglomerats de Riudebitlles en la que deduí un eix de compressió màxima orientat N-S.

Les margues pliocenes del Papiol. En aquest aflorament la litologia és semblant a l'aflorament de Sant Onofre, tot i que la fracturació hi és molt menor. Les fractures que s'hi observen tenen un lliscament normal clarament visible gràcies a les làmines d'argila amb minerals oxidats que s'intercalen en la sèrie. Les falles normals que afloren aquí mostren famílies conjugades però no mostren estries que indiquin el sentit del moviment. La distribució de les fractures és molt semblant a l'observada a Sant Onofre, i se'n dedueix també una orientació de σ_1 vertical i de σ_3 SE-NW (Fig 6a).

3.2.1.2. AFLORAMENTS AMB FALLES QUE AFECTEN MATERIALS QUATERNARIS.

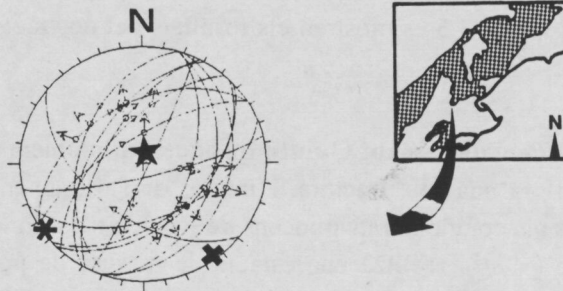
Les graves de Ford a Sant Onofre. Les graves de Ford, a Sant Onofre estan intercalades amb nivells de llims i argiles que permeten visualitzar sense problemes una fracturació intensa en la que es distingeixen dues famílies conjugades de falles normals. L'estratificació mostra un basculament cap al W de 25°, que es produí posteriorment o en algun cas sincrònicament a la formació de les falles normals segons es desprén de la disposició lleugerament desviada d'algunes d'aquestes falles en l'espai (figs. 3.7 i 3.6e). Així, una vegada restablerta la posició inicial de les falles abans del basculament, es dedueix una orientació de σ_1 vertical i de σ_3 E-W.

Les falles del cap Roig. A la zona del cap Roig s'han observat falles normals en afloraments propers que s'han projectat en un mateix diagrama (fig. 3.6c). Aquestes falles afecten graves poligèniques poc cimentades i són visibles només quan travessen alguna intercalació llimosa o arenosa (fig. 3.8). De les quatre fractures projectades, tres tenen una direcció NNW-SSE i una E-W. Tenint en compte la orientació majoritària, que per altra banda coincideix amb les fractures amb més salt, existeixen dues possibles orientacions del camp d'esforç si un dels eixos principals és vertical: o bé σ_1 és vertical i σ_3 ENE-WSW o bé σ_1 és NNW-SSE i σ_3 és també ENE-WSW.

Les falles de Rasquera. A la carretera que uneix Rasquera amb Benifallet, en un ventall al.luvial consolidat, hi afloren diverses falles normals de salt decimètric. L'orientació d'aquestes

SOLUTION A

σ_1 359/83 ★
 σ_2 235/04 *
 σ_3 145/06 ✕



SOLUTION B

σ_1 066/75 ★
 σ_2 247/15 *
 σ_3 157/00 ✕

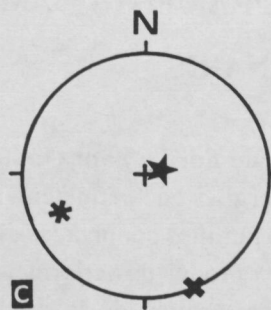
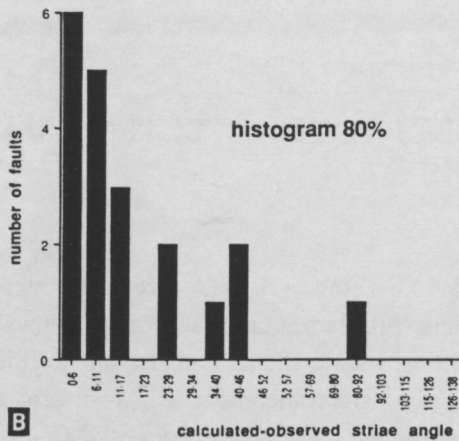
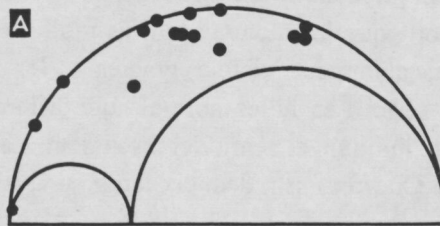
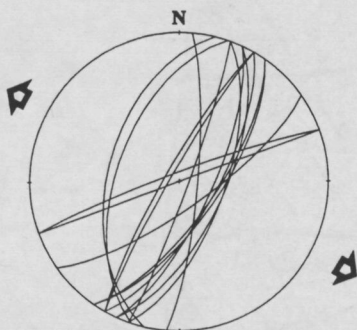


Fig. 3.5. Anàlisi del camp d'esforç a l'estació realitzada a les margues pliocenes de Sant Onofre. Aquest aflorament és l'únic en el que les falles normals mostren indicadors del sentit del moviment (estries). Es mostra la solució del camp d'esforç resultat de l'anàlisi mitjançant dos mètodes diferents A) mètode proposat per T. Villemin (inèdit) i B) mètode proposat per Etchecopar (1984). Tots dos mètodes coincideixen en que σ_1 és vertical i σ_3 SSE-NNW. En tots dos casos les solucions són bones per més d'un 90 % de les fractures mesurades.

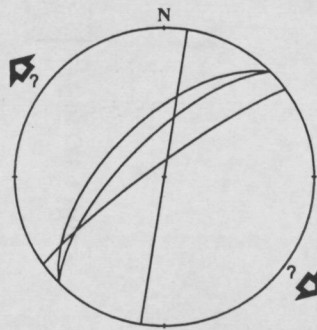
Fig. 3.5. Analysis of the stress field and the station positioned at the pliocene marls of St. Onofre. This occurrence is the only one in which normal faults show some indications of the sense of movement (slikenslides). It shows the solution of the analysis of the stress field resulting in an analysis by means of two different methods A) a proposed method by T.Villemin (unedited) and B) a proposed method by Etchecopar (1984). Both these methods co-incide in that σ_1 is vertical and σ_3 SSE-NNW. In both cases the solutions are good for 90% of the measured fractures.

LES FALLES NORMALS I ELS DICS CLÀSTICS

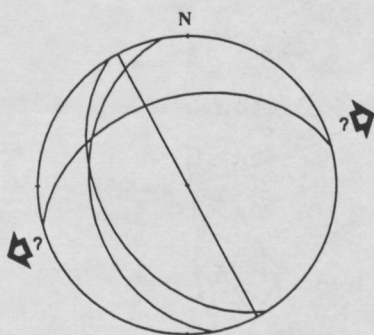
FALLES NORMALS (Margues pliocenes del Papiol)
N=15



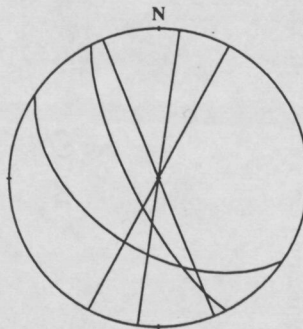
FALLES NORMALS (ventall al.luvial a Rasquera)
N=4



FALLES NORMALS (Cap Roig)
N=4



DICS CLÀSTICS (Terrassa de l'Ebre)
N=5



FALLES NORMALS (Graves de Ford)
N=29, Rotat 38/25 W

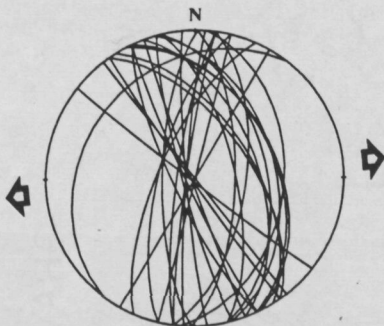


Fig. 3.6. Projectió estereogràfica en l'hemisfèri inferior de les falles normals i els dics clàstics mesurats en diverses estacions de les Cadenes Costaneres Catalanes. S'indica mitjançant una fletxa la direcció d'extensió interpretada. Algunes d'aquestes estacions mostren poques dades i per tant la interpretació no és definitiva. En general s'observa una tendència a l'extensió entre WNW-ESE i WSW-ENE. La primera projectió correspon a materials pliocenes, i les altres a materials quaternaris.

Fig. 3.6. Stereographic projection in the lower hemisphere of the normal faults and the clastic dykes measured in several stations of the Cadenes Costaneres Catalanes. An arrow indicates where the extension is thought to be. Some of these stations show very little data and because of this the information is not definitive. In general a trend is observed toward the extension between WNW-ESE and WSW-NE. The first projection corresponds to the pliocene materials and the other projections correspond to quarternary materials.

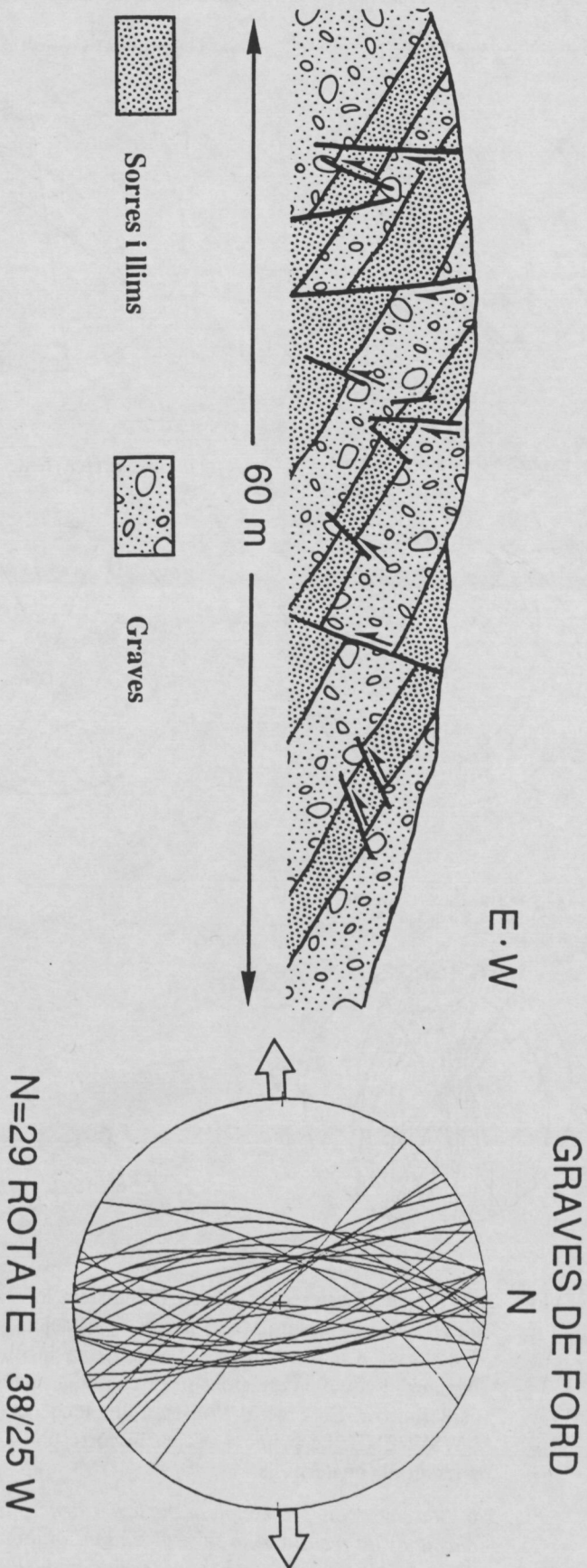


Fig. 3.7. Perfil geològic de l'aflorament de les graves de Ford a Sant Onofre. S'hi observa un basculament de 25° cap al W i la presència de falles normals conjugades, la disposició de les quals ha permès interpretar que el basculament ha estat lleugerament sincrònic o posterior a la seva formació. S'hi afegeix la projecció estereogràfica en l'hemisferi inferior de les falles normals de l'aflorament amb la horitzontalitat dels sediments restituida.

Fig. 3.7. Geologic profile of the occurrences of the gravels of Ford at Sant Onofre. A tilting is observed of 25° towards the W and the presence of normal faults conjugated. The disposition of the faults has allowed the interpretation that the tilting has been slightly synchronic or occurred after it's formation. The stereographic projection, in the inferior hemisphere, of the normal faults is included with restored sediments rotated to the horizontal.

falles és NE-SW tal com es representa a la fig. 3.6b. Així la orientació del camp d'esforç s'estima que pot variar entre σ_1 vertical o NE-SW i σ_3 SE-NW.

Les falles del Papiol. Al polígon industrial del Papiol, hi aflora un nivell de grava inconsolidada cobert per un nivell d'argiles i llims. Aquests sediments, d'edat quaternaria, es troben afectats per tres falles normals (fig. 3.9) de salt mètric d'orientació N170E. L'eix de l'esforç principal intermig (σ_2) és horitzontal i s'orienta paral·lel a la direcció de les falles mentre que l'eix mínim (σ_3) s'orienta E-W.

Les Planes del Rei. A la zona de les Planes del Rei, al NW de l'Hospitalet de l'Infant, s'hi observen evidències de la presència de falles normals. A la carretera que porta de l'Hospitalet a Pratdip, en travessar la urbanització de les Planes del Rei, s'observa una falla normal de salt decimètric i de direcció N020E que afecta als conglomerats plio-quaternaris al·luvials. A la mateixa zona, vora el barranc de Llastres, la disposició dels nivells conglomeràtics al·luvials, que es troben basculats cap a una zona de fractura permet interpretar l'existència d'una falla normal de direcció NNE-SSW.

3.2.2. LES DIÀCLASIS

Diversos autors han utilitzat l'anàlisi de sistemes de diàclasi com a indicadors del camp de deformació i d'esforç (Hogson 1961, Seagall i Pollard 1983, Hancock et al. 1984, Caputo 1991, Hancock i Engelder 1989) tot i que aquest ús de les diàclasis ha estat discutit. El problema principal en aquests tipus d'anàlisis rau en la dificultat de distingir les diàclasis extensives de les de cisalla i de les mixtes. Si bé alguns autors proposen criteris per a distingir aquests tipus de diàclasis al camp, aquests criteris no són sempre obvis. Hancock i Engelder (1989) proposen per a establir el caràcter extensiu de les diàclasis els següents criteris:

- quan les diàclasis tallen simètricament l'angle agut d'una família de diàclasis conjugades anterior (però formada pel mateix camp d'esforç, condició, d'altra banda, difícil de determinar).
- quan s'observa alguna esquerda de tensió paral·lela a les diàclasis amb creixements cristal·lins perpendiculars al pla.
- quan el pla de la diàclasi presenta estructures plumoses.

Les diàclasis es formen en situacions en què l'esforç diferencial no és suficient per a produir falles. Així, s'ha estudiat la seva utilització per a l'anàlisi del camp d'esforç en zones on no es poden analitzar d'altres estructures que permetin una interpretació més ben fonamentada (falles, estilòlits, esquerdes de tensió, etc) (Hancock et al. 1984, Beavan i Hancock 1986, Hancock i Beavan 1987, Hancock 1987, Caputo i Caputo 1989, Hancock i Engelder 1989).

SE

NW

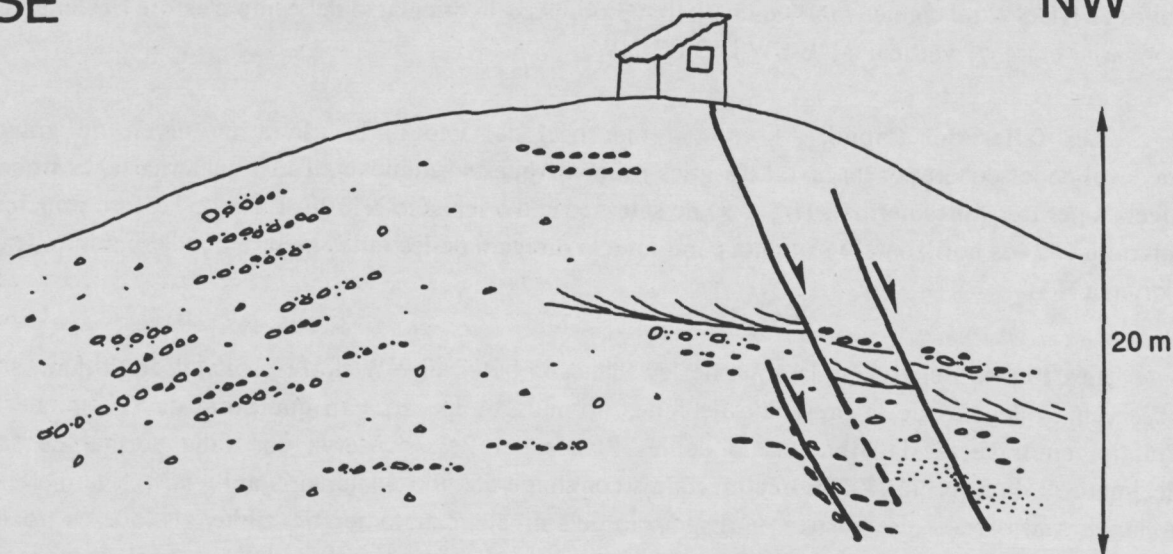


Fig. 3.8. Perfil geològic de l'aflorament del costat de l'autopista A7 a Cap Roig. S'hi observa la presència de falles normals amb un salt mètric.

Fig 3.8. Geologic profile of the outcrop at the side of the motorway A7 at Cap Roig. The presence of normal faults is observed with a metric fault slip.

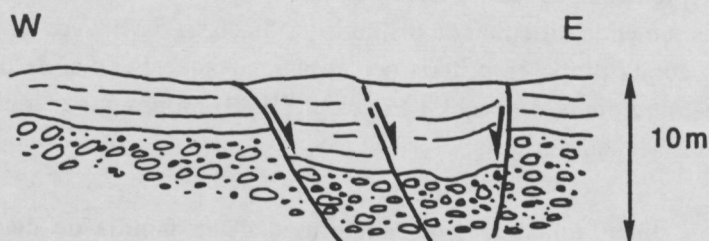


Fig. 3.9. Perfil geològic de l'aflorament amb falles normals que afecten les graves quaternaries del Papiol.

Fig 3.9. Geologic profile of the normal faults that affect quaternary gravels of Papiol.

Una vegada assegurat el caràcter extensiu d'una família de diàclasis, i seguint els raonaments d'Anderson (1951) (fig. 3.10), es pot considerar l'esforç principal mínim, σ_3 perpendicular a aquestes, però, a falta d'altres indicadors no es pot deduir la posició dels esforços principals σ_1 i σ_2 .

A la zona estudiada, tot i que les diàclasis consisteixen les estructures fràgils més abundants, els afloraments on aquestes estructures són prou sistemàtiques per a ser tingudes en compte en l'anàlisi, els criteris cinemàtics són pocs (fig. 3.4). Només s'han tingut en compte els afloraments on les diàclasis afecten als materials més recents (quaternaris) per evitar possibles sobreposicions de famílies de diàclasis que siguin difícils de destriar. La major part d'estacions es troben en els conglomerats heteromètrics que formen els ventalls al·luvials ja descrits en l'apartat de morfologia; l'estació de Picamoixons està en travertins i la de Morro del Gos en gresos i conglomerats que conformen la platja d'edat tirreniana (vegeu descripció dels materials de cap Morro del Gos a l'apartat de descripció de la liqüefacció, al capítol de paleosismicitat).

En els afloraments analitzats aquí els criteris del caràcter extensiu de les diàclasis no són ni variats ni definitius, però coincidents. En primer lloc cal considerar que la litologia conglomeràtica de la majoria d'estacions analitzades permet detectar amb bastant precisió els moviments ocorreguts en el pla fracturat fins a l'escala mil·limètrica: en cap cas s'ha observat un lliscament que indiqui cisalla. En segon lloc és destacable la presència de fractures obertes en alguns afloraments. I en tercer lloc cal esmentar que sovint les fractures es mostren reblertes de 1) calcita, en alguns casos amb diverses fases de creixement paral·leles a la fractura, i amb les fibres perpendiculars a aquesta, i 2) sediments terrigens, predominantment llims i sorres, que s'interpreten en alguns casos com discs clàstics i en d'altres com ompliments per gravetat (aquest últim criteri tan sols permet afirmar l'existència d'extensió i no nega l'existència de component de cisalla). Aquests criteris permeten estimar que el que de bon principi he considerat com diàclasis es tracta en realitat de fractures obertes, o d'esquerdes de tensió.

La majoria de les diàclasis observades són verticals, i s'agrupen en una sola família (amb una dispersió entre 30° i 40°). Així, s'ha estimat, a partir d'aquestes dades, que la direcció de l'esforç principal mínim (σ_3) és perpendicular a la família de plans que mostra major freqüència en cada estació.

A la fig. 3.11 s'han representat en diagrames de rosa les proporcions de freqüències de la direcció de les diàclasis analitzades en cada aflorament. S'observa com la gran majoria mostren una freqüència màxima N-S que varia a NNW-SSE i a NNE-SSW depenent dels casos. Tan sols en el cas de l'estació de Picamoixons la dispersió és gran i la freqüència màxima és difícil de determinar. Això pot ser degut a la litologia travertínica de l'aflorament, litologia que és fàcilment fracturable i a la possible influència antròpica en la fracturació (s'hi observen restes d'explosions segurament realitzades per a la construcció de la carretera que limita amb l'aflorament). Un altre cas especial és el del Morro del Gos on s'observen amb claredat dues famílies quasi perpendiculars de diàclasis, una N-S i l'altra E-W. Aquest tipus de situació no és anòmla en estudis de diàclasis, però constitueix un cas especial en aquesta àrea. D'altres autors han interpretat estructures d'aquest tipus en nivells estratigràfics que han passat de zones profundes a superficials com degudes a l'alternança dels eixos mínim i intermedi d'esforç en condicions (Price 1966, Hancock 1987, Simón et al. 1988). L'exemple

observat a la zona d'estudi, en canvi, no ha experimentat aquest canvi de profunditat i es fa difícil d'interpretar.

Així, si es considera que les diaclasis són fractures d'extensió, se'n dedueix una direcció d'extensió E-W durant el Quaternari, amb possibles variacions temporals i locals. Tot i així, en cap cas s'han observat criteris absoluts pel que fa a la naturalesa extensiva d'aquestes fractures i per tant el resultat d'aquest anàlisi no és determinant, tant sols el presento com una dada addicional de la fracturació.

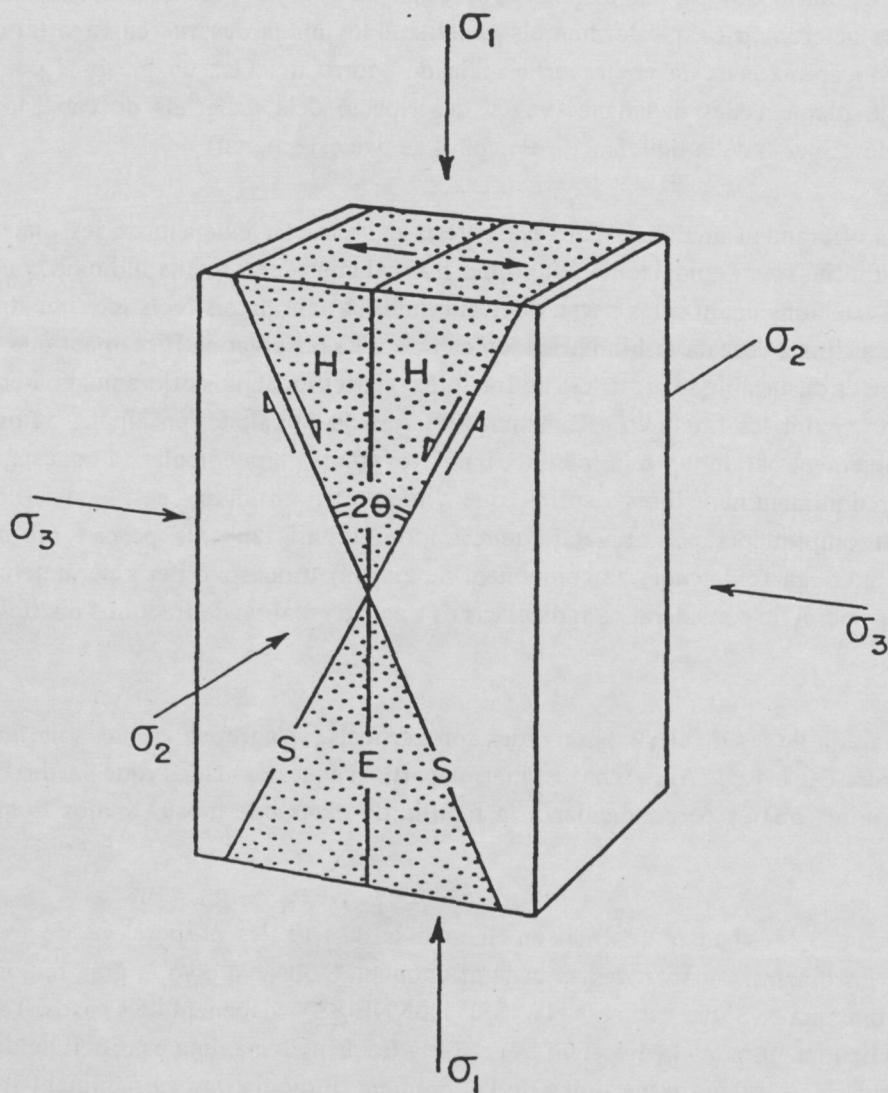


Fig. 3.10. Bloc diagrama que mostra les relacions existents entre els esforços principals i les diaclasis d'extensió. (d'Anderson 1942, modificat per Hancock 1985).

Fig. 3.10. Block diagram showing the existing relationship between the stress field and the extension joints. (from Anderson 1942, modified by Hancock 1985).

DIAGRAMES DE FREQUÈNCIA EN L'ORIENTACIÓ DE LES DIÀCLASIS

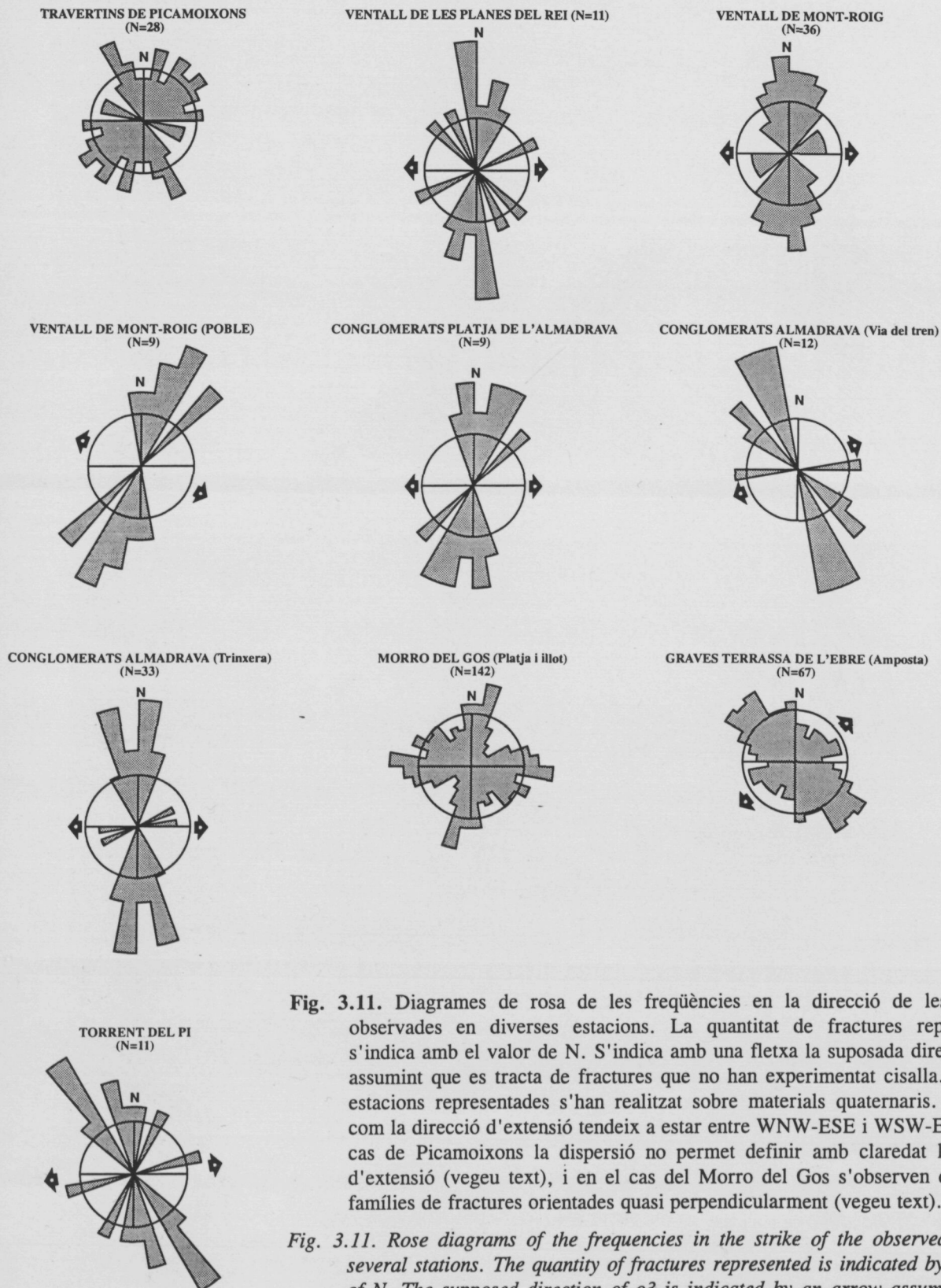


Fig. 3.11. Diagrames de rosa de les freqüències en la direcció de les diàclasis observades en diverses estacions. La quantitat de fractures representades s'indica amb el valor de N. S'indica amb una fletxa la suposada direcció de s3 assumint que es tracta de fractures que no han experimentat cisalla. Totes les estacions representades s'han realitzat sobre materials quaternaris. S'observa com la direcció d'extensió tendeix a estar entre WNW-ESE i WSW-ENE. En el cas de Picamoixons la dispersió no permet definir amb claredat la direcció d'extensió (vegeu text), i en el cas del Morro del Gos s'observen dues grans famílies de fractures orientades quasi perpendicularment (vegeu text).

Fig. 3.11. Rose diagrams of the frequencies in the strike of the observed joints in several stations. The quantity of fractures represented is indicated by the value of N. The supposed direction of σ_3 is indicated by an arrow assuming that it deals with fractures which have not experienced shearing. All the represented stations have been produced on top of quaternary materials. It is observed that the direction of the extension tends to be between WNW-ESE and WSW-ENE. In the case of Picamoixons the dispersion does not permit the direction of the extension to be defined with clarity (see text); in the case of the Morro del Gos two large families of fractures are orientated almost perpendicularly (see text).

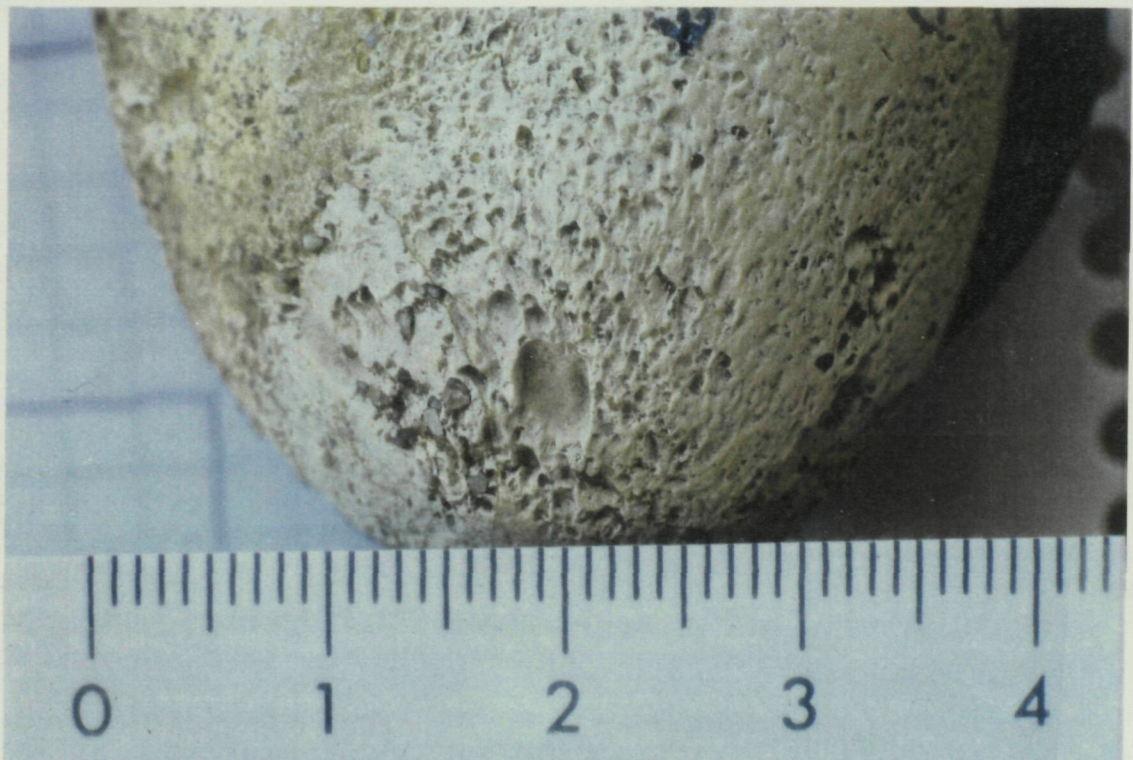
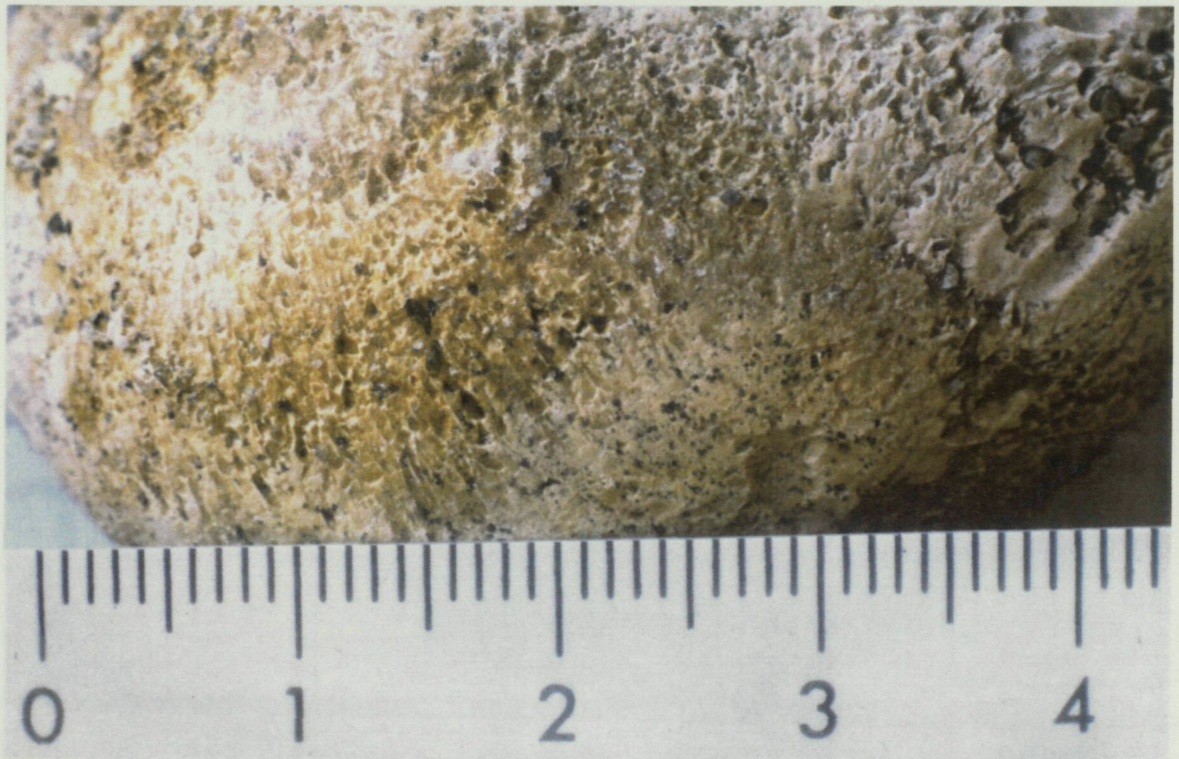


Fig. 3.12. Exemple de l'aspecte que mostren els còdols estriats analitzats.

Fig. 3.12. Example of the aspect that shows the striated pebbles analysed.

3.3. ANÀLISI DELS CÒDOLS ESTRIATS

Ja s'ha esmentat la dificultat que comporta l'observació de fracturació en sediments de les característiques dels que representen el període plio-quadernari a la zona estudiada; el baix grau de cimentació i la poca estratificació fan difícil aquesta localització. En zones actives s'ha observat, però, que els llits de conglomerats propers a una falla mostren sovint una deformació interna lligada a la cinemàtica de la falla (Combes 1984). Així, els còdols propers a una falla es mostren, en aquests casos, estriats, amb estilòlits, i fracturats (fig. 3.12) amb intensitat creixent en apropar-se a la falla. Aquests caràcters venen determinats pel camp d'esforç (Taboada 1993). Així, diversos estudis realitzats en conglomerats deformats mostren que és possible caracteritzar l'estat de deformació i d'esforç de una zona mitjançant la deformació dels còdols (Estévez et al. 1976, Combes 1984, Petit et al. 1985, Schrader 1988a, 1988b, 1991, Campredon et al. 1977, Fritz et al. 1990). Donada la relació entre aquestes característiques en els còdols i l'existència de deformació, s'ha efectuat un reconeixement dels afloraments amb graves i conglomerats de la zona estudiada. S'han localitzat diversos afloraments amb còdols estriats -Sant Onofre, Graves de Ford, Circumvalació d'Amposta i Sant Quintí- (fig. 3.4), alguns amb estilòlits o dissolucions i un amb els còdols fracturats sistemàticament (graves de Ford). En la majoria de casos s'ha pogut detectar alguna falla (normal en tots els casos en què el sentit del salt és clar) associada a la deformació, amb evident increment d'aquesta deformació en l'acostar-se a la falla. Tots els casos localitzats es troben en conglomerats poligènics que contenen quars, i on les estries es troben quasi únicament en els còdols de composició carbonàtica. Aquesta sembla ser una condició lògica per a la formació d'estries en els còdols en el cas que la deformació no sigui molt intensa ja que fa falta un contrast de duresa i de solubilitat -per tant contrast litològic- entre els còdols i els grans de la matriu que, en definitiva, són els causants de la major part de les estries i dissolucions. Així, els còdols més solubles són els que són dissolts amb més facilitat. Aquest condicionant litològic limita molt els afloraments amb possibilitat de contenir còdols estriats ja que la majoria de sediments plio-quadernaris són monogènics.

La majoria de mètodes desenvolupats per a l'anàlisi dels còdols estriats, per a simplificar la modelització, es basen en la suposició que els còdols no han sofert rotació i que la matriu ha tingut un comportament fràgil, (Combes 1984, Taboada 1993). Es considera el còdol com a un cos rígid i la matriu com a un cos homogeni que té un comportament fràgil. Són mètodes inspirats en els mètodes existents per a analitzar la tectònica fràgil i es basen en què la matriu que voreja el còdol actua sota un camp d'esforç homogeni definit per un tensor d'esforç (Combes 1984, Schrader 1991). Aquesta és una bona aproximació en els casos en què la deformació és petita (Combes 1984). En termes d'esforç s'assumeix que les estries observades en els còdols són paral·leles a l'esforç de cisalla aplicat i en termes de deformació s'assumeix que les estries són paral·leles al desplaçament tangencial relatiu entre el còdol i les partícules de la matriu adjacents (Taboada 1993).

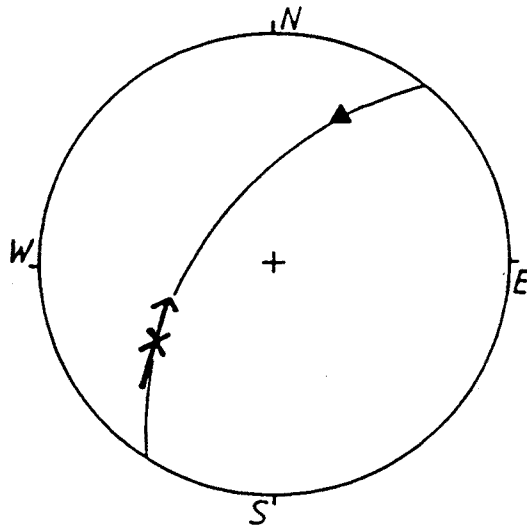


Fig. 3.13. Tècnica de representació del recorregut de les partícules proposat per Hoepener (1995). La ciclogràfica representa al plà que és perpendicular al plà sobre el que s'ha mesurat l'estria (la creu representa el pol del plà on s'ha mesurat l'estria) i que ahora conté l'estria (triangle). La fletxa apunta cap a on s'enfonsa l'estria.

Fig. 3.13. Technique of representation of the path of the particles as proposed by Hoepener (1995). The cyclograph represents the plane that is perpendicular to the plane on which the striation has been measured (the cross represents the pole of the plain on which the striation has been measured) and that now contains the striation (triangle). The arrow points to where the striation dips.

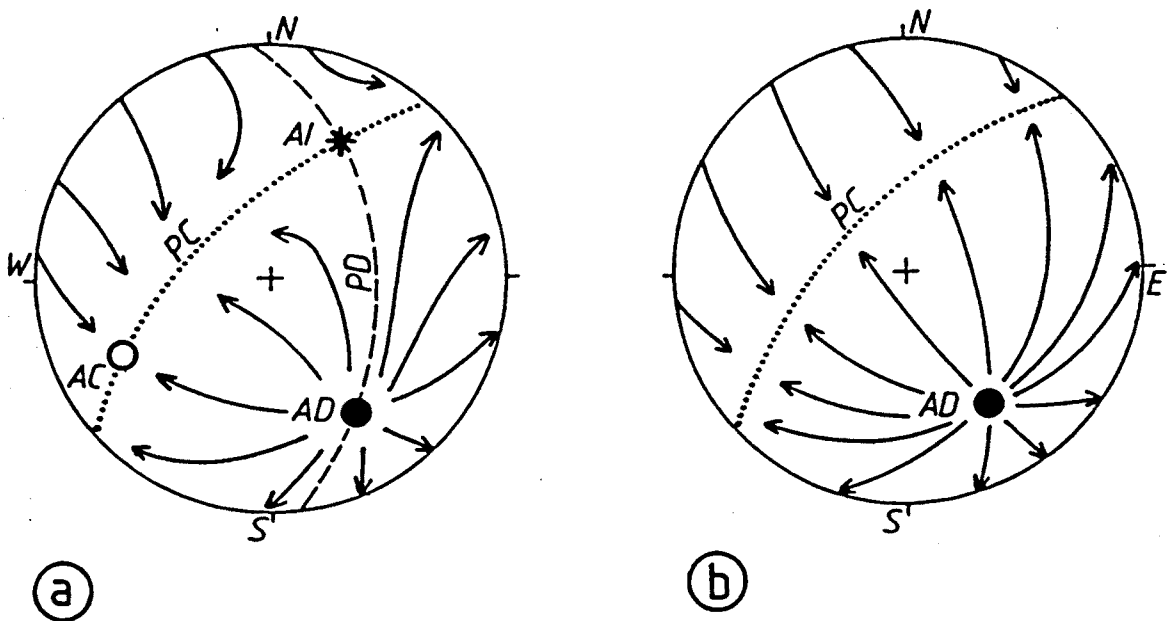


Fig. 3.14. Camp de desplaçament de les partícules per a una disposició ortogonal dels eixos principals. AC: eix de convergència, AD: eix de divergència; AI: eix intermedi; PC: plà de convergència, conté els eixos de convergència i intermedi; PD: plà de divergència, conté als eixos de divergència i intermedi. a) disposició triaxial del camp de desplaçament. b) disposició uniaxial, no es poden distingir les posicions de AI i de AC en el plà de convergència. (De Fritz et al. 1990).

Fig. 3.14. Field of displacement of the particles by orthogonal disposition of the principal axis. AC: axis of convergence, AD: axis of divergence; AI: intermediate axis; PC: plane of convergence containing the axis of convergence and intermedial; PD: plain of divergence, containing the axis of divergence and intermedial. a) triaxial disposition of the field of displacement. b) uniaxial disposition, the positions of AI and AC cannot be distinguished in the plane of convergence (from Fritz et al. 1990).

S'ha utilitzat el mètode de representació de la trajectòria de les partícules de matriu sobre el còdol proposat per Hoppener (1955) i el mètode d'anàlisi d'aquestes proposat per Schrader (1988 a i b). Així s'ha calculat per plans amb diverses orientacions obtinguts en punts de diversos còdols, el pla (fig. 3.13) que conté alhora l'estria i el pol del pla sobre el còdol on s'han mesurat les estries. El pla calculat conté la trajectòria recorreguda per les partícules; a la ciclogràfica del pla s'hi ha d'afegir, amb una fletxa, el sentit del moviment, mesurat sobre el còdol. Schrader (1988 a i b) observà com els recorreguts de les partícules descriuen traçats que divergeixen d'un punt que anomena eix de divergència (AD) i convergeixen en un altre punt o eix de convergència (AC), amb un eix intermedi (AI). També observa l'existència de plans de convergència (PC) i de divergència (PD) perpendiculars entre ells en la majoria de casos tot i que no sempre (fig. 3.14). En casos en què aquests plans es disposen ortogonalment i que existeixen els tres eixos descrits la deformació es pot considerar cisalla pura i llavors AD correspon a σ_1 i a z, AC a σ_3 i a x, i AI a σ_2 i a y. Aquest mètode obté bons resultats si els plans mesurats tenen una gran dispersió en la seva orientació en l'espai.

Les dades obtingudes a la zona estudiada són, en general, poc completes (fig. 3.15) ja que la quantitat de còdols estriats mesurables és baixa i per tant la variació d'orientacions dels plans és insuficient, cosa que en dificulta la interpretació. En la majoria de casos analitzats interpreto que s'ha produït una rotació dels còdols basant-me en la poca coherència de les dades de plans estriats o bé en la incoherència amb els altres indicadors cinemàtics de l'aflorament -fracturació de còdols, falles, estilòlits, discs elàstics-.

A continuació es descriuen les dades dels quatre afloraments on s'ha pogut aplicar el mètode de Schrader:

Aflorament circumvalació d'Amposta. Aquest aflorament està format per l'alternança de graves poligèniques, sorres i llims, que estan plegats en un sinclinal molt lax de direcció aproximada E-W. S'hi observen falles normals i una clara estriació en els còdols, així com estilòlits. L'edat d'aquests materials és poc clara: Arasa (1994b) proposa que és miocena per la seva posició estratigràfica, tot i que aquesta edat no s'ha pogut contrastar amb dades paleontològiques ni de correlació. A la fig. 3.15 es representen els estilòlits i el recorregut de les partícules. S'hi observa una orientació preferent dels estilòlits N-S, subparalel·la a la majoria de trajectòries de les partícules. Així, es dedueix una orientació N-S per als eixos z o σ_1 , tot i que el sentit del moviment de les partícules no és clar. Les falles normals conjugades junt amb alguns discs elàstics observats en terrasses quaternàries properes a la zona indiquen una extensió E-W (fig. 3.6d). Aquestes falles normals, per altra banda, mostren una disposició que demostra que s'han produït posteriorment a la formació del sinclinal, ja que l'angle agut en les famílies conjugades no és perpendicular a l'estratificació. La formació del sinclinal, de ser aquest producte d'una compressió, podria ser sincrònica a l'estriació dels còdols ja que la orientació de σ_1 en els dos casos és N-S.

Aflorament de les graves de Ford, a Sant Onofre. Aquest aflorament està format per graves poligèniques amb intercalacions de gresos i llims i forma part de la terrassa alta de l'Ebre. Els materials es troben basculats 25° cap l'W i afectats per falles normals d'orientació preferent N-S (fig. 3.7). Es disposen per sobre de materials pliocens, i se'ls atribueix una edat quaternària (Arasa 1990). La deformació d'aquests sediments ja fou observada per Santanach et al. (1980), que indicaren

l'existència de dissolució en els còdols. A part de les falles normals (descrites a l'apartat de falles) hi he observat còdols fracturats, estriats i amb estilòlits, que he representat a la fig. 3.15. Els còdols fracturats indiquen una extensió E-W, a l'igual que les falles normals; això fou també indicat per Santanach et al. (1980) a partir de les falles normals. En canvi els estilòlits es mostren dispersos i la trajectòria de les partícules no mostra una solució clara, tot i que pot ser interpretat mitjançant un pla de convergència NW-SE, un eix de divergència SW-NE i un eix de convergència vertical. La incoherència entre algunes d'aquestes estructures implica al menys dues fases de deformació. En la primera s'haurien format els còdols estriats i alguns estilòlits sota un camp d'esforç amb σ_1 NE-SW, σ_3 vertical i σ_2 sobre el pla de divergència, orientat NW-SE. La distribució d'estilòlits podria ser deguda a la poca diferència entre σ_3 i σ_2 . Durant la segona fase s'haurien produït els estilòlits verticals, les falles normals i la fracturació dels còdols sota un camp d'esforç en què σ_1 seria vertical, σ_2 N-S i σ_3 E-W. El basculament hauria tingut lloc sincrònicament a aquesta última fase.

Aflorament de Sant Onofre. En aquest aflorament els indicadors cinemàtics es troben en graves monogèniques amb còdols d'entre 3 cm i 50 cm però amb matriu silicatada i d'edat pliocena. L'aflorament de conglomerats és petit i es troba afectat per una falla normal d'uns 3 m de salt. Els còdols estriats augmenten en quantitat i intensitat de dissolució cap a la falla. El diagrama de trajectòria de les partícules és una altra vegada poc precís (fig. 3.15). S'hi intueix una orientació NW-SE preferent de les estries i un orientació SSW-NNE del pla de convergència. Si això fos cert l'eix de compressió seria WNW-ESE.

Aflorament de Sant Quintí. En aquest aflorament es posen en contacte les pissarres paleozoiques de la serralada prelitoral amb els sediments de la fossa del Penedès, en aquest cas graves d'edat pliocena, poligèniques, amb còdols de 5 a 25 cm de diàmetre, matriu llimosa i sense una estratificació clara (conglomerats de Riudebitlles). La falla que posa en contacte aquests dos materials té una orientació de 050/90. En aquest aflorament només s'han pogut extreure dades de la trajectòria de les partícules al voltant dels còdols. En la projecció (fig. 3.15) s'observa un pla d'orientació NW-SE del qual divergeixen les trajectòries però en el que es fa difícil de distingir la situació de l'eix de divergència i l'eix intermedi. En canvi sembla que les dades indiquen un eix de convergència, és a dir d'extensió perpendicular al pla de divergència, NE-SW, poc coherent amb la orientació de la falla normal i amb el context regional d'extensió SE-NW. Tampoc es mostren coincidències amb les mesures realitzades per Amigó (1986) en falles direccionals que mostraven una orientació de σ_1 N-S. Tot fa pensar doncs que els còdols han sofert també una rotació que ha distorsionat les dades.

ANÀLISI DELS CÒDOLS ESTRIATS

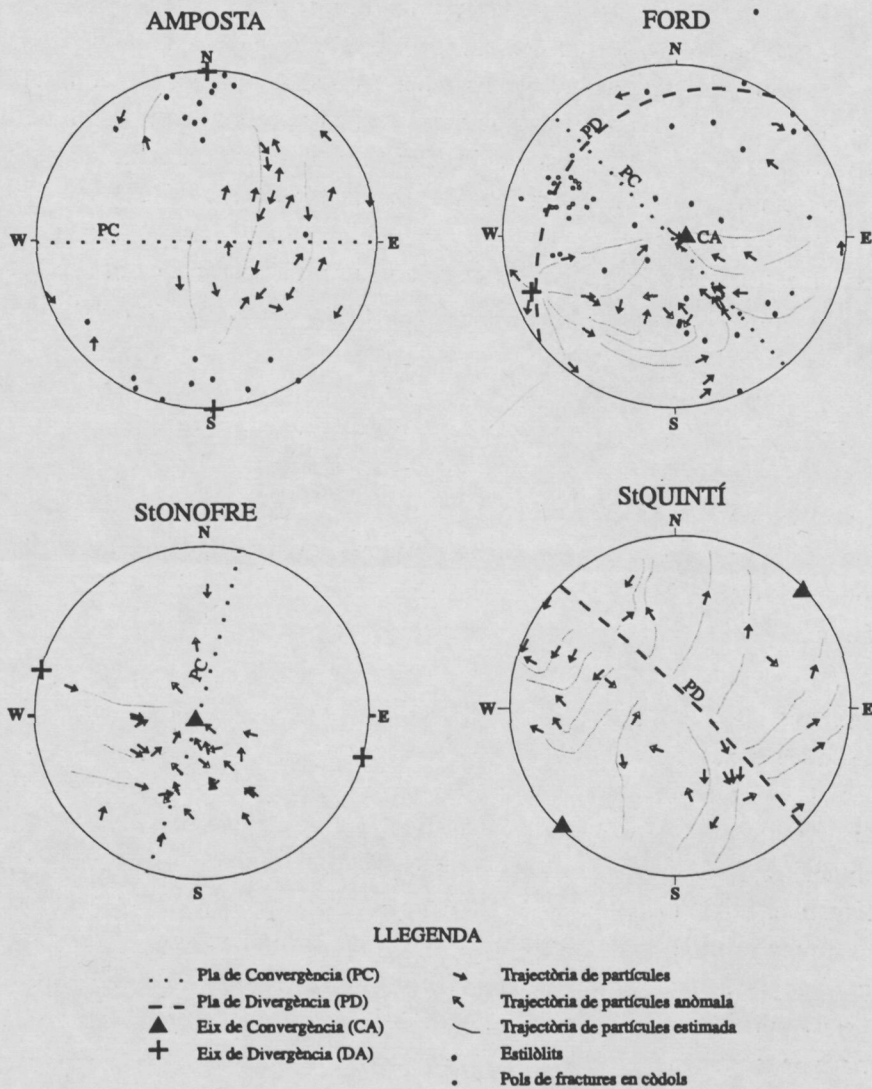


Fig. 3.15. Projeccions del camp de desplaçament calculat a partir de la deformació de la deformació en els còdols en les quatre estacions realitzades. Els resultats no són clars, i tan sols en el cas d'Amposta s'indica una compressió N-S amb coherència entre les diferents dades de l'aflorament. Els punts petits indiquen els pols dels plans de fracturació del còdols en l'estació de Ford; els punts buits indiquen la orientació dels estilòlits que s'observen en alguns còdols.

Fig 3.15. Projections in the field of displacement calculated from the deformation in the pebbles in the four stations produced. The results are clear only in the case of Amposta where a N-S compression axis is indicated with coherence between the different occurrences given. The small points indicate the poles of the planes of the fracturisation of the pebbles at the Ford station, the empty points indicate the estiolits that are observed in some pebbles.

3.4. LES FLEXIONS I ELS BASCULAMENTS

Es pot afirmar que no existeixen grans flexions o basculaments en els sediments plio-aternaris a la zona estudiada, encara que algunes petites deformacions d'aquest tipus mereixen ser comentades. En tres casos les deformacions observades es poden considerar d'escala decamètrica (Plaça de les Bruixes, graves de Ford i Circumvalació d'Amposta) i també en tres casos d'escala mètrica (Tivenys i terrassa de l'Ebre). A continuació en faig una breu descripció de cada un:

Flexió de la Plaça de les Bruixes. Aquest aflorament se situa a l'extrem NW de Molins de Rei, en un camp de "moto cross", en graves anguloses pliocenes. La deformació es concentra a un sol aflorament que mostra una marcada flexió sinclinal possiblement produïda per l'arrossegament de les capes provocada pel lliscament normal d'una falla (fig. 3.16).

Basculament de les graves de Ford. Les graves de Ford, d'edat quaternaria i descrites a l'apartat de fracturació i en el capítol d'indicadors geomorfològics, es troben afectades per falles normals i un basculament de 25 W, a més de contenir còdols fracturats i estriats. El basculament, tal com es discuteix a l'apartat de fracturació, tingué lloc, en part, sincrònicament a la formació de les falles normals. És versemblant, doncs, que el basculament s'hagi produït sota el mateix camp de deformació que les falles, és a dir sota una extensió E-W i compressió màxima vertical.

Flexió de la circumvalació d'Amposta. Aquest aflorament té uns 100 m de llargada i se situa a la carretera de circumvalació d'Amposta, a la banda W de la ciutat. En ell hi aflora un substrat, d'edat possiblement paleògena (Arasa 1994), fortament consolidat i compartimentat gràcies a una abundant fracturació, i que és recobert per graves, argiles i llims poc consolidats que es disposen en forma de sinclinal de direcció aproximada E-W (fig. 3.17). L'edat d'aquests sediments superiors s'ha interpretat com a miocena en sentit àmpli (Arasa 1994), tot i que no hi ha indicadors cronològics clars. A banda de la flexió, aquests materials contenen còdols estriats que indiquen una compressió N-S i falles normals conjugades que indiquen una compressió vertical. La relació entre aquestes estructures és discutida a l'apartat de fracturació on s'interpreta una possible compatibilitat entre la flexió i la orientació de les trajectòries de les partícules en còdols estriats que indiquen tots una orientació de σ_1 N-S. Les falles normals i els dics clàstics descrits en aquest capítol a la circumvalació d'Amposta serien posteriors a la formació de la flexió i estriació dels còdols.

Flexió de Tivenys. A la carretera que porta de Tortosa a Benifallet, a l'entrada de Tivenys, les graves de la terrassa de l'Ebre mostren una petita flexió sinforme limitada per falles subverticals d'orientació entre N040E i N080E. Les dimensions de la deformació són reduïdes i no s'han observat més deformacions a la zona, cosa que porta a interpretar aquesta deformació com deguda a un col·lapse puntual de la terrassa.

Basculament de la carretera de Tivenys a Benifallet. La terrassa alta de l'Ebre s'inclina 10° cap al NW. Aquesta deformació s'interpreta aquí com degut a un moviment gravitacional ja que el basculament és a favor de la pendent topogràfica.

Basculament de les Planes del Rei. S'ha detectat un lleuger basculament (5°) a contrapendent en una terrassa del torrent de Llastres, a les planes del Rei, que, a l'estar basculada cap al front muntanyós permet excloure un pendent deposicional de la terrassa a favor del curs del torrent.

Els quatre casos es poden considerar com productes de petits moviments verticals segurament absorbits per les falles normals que en tots els casos es troben properes a aquestes deformacions.

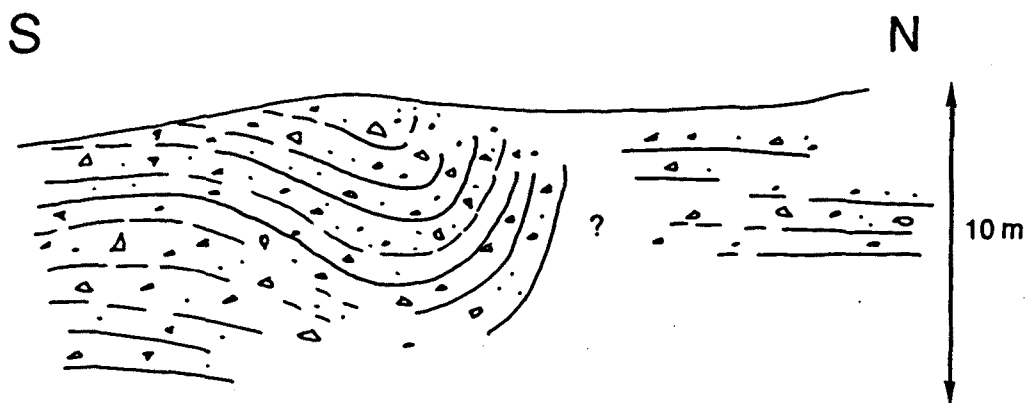


Fig. 3.16. Tall de l'aflorament de la Plaça de les Bruixes, a Molins de Rei, en sediments pliocens. S'observa clarament una forta flexió siniforme de la que no s'observen més indicis en la zona.

Fig 3.16. Cross section at the occurrence of the Plaça de les Bruixes, at Molins de Rei, in pliocene sediments. A strong siniformed flexion is clearly observed.

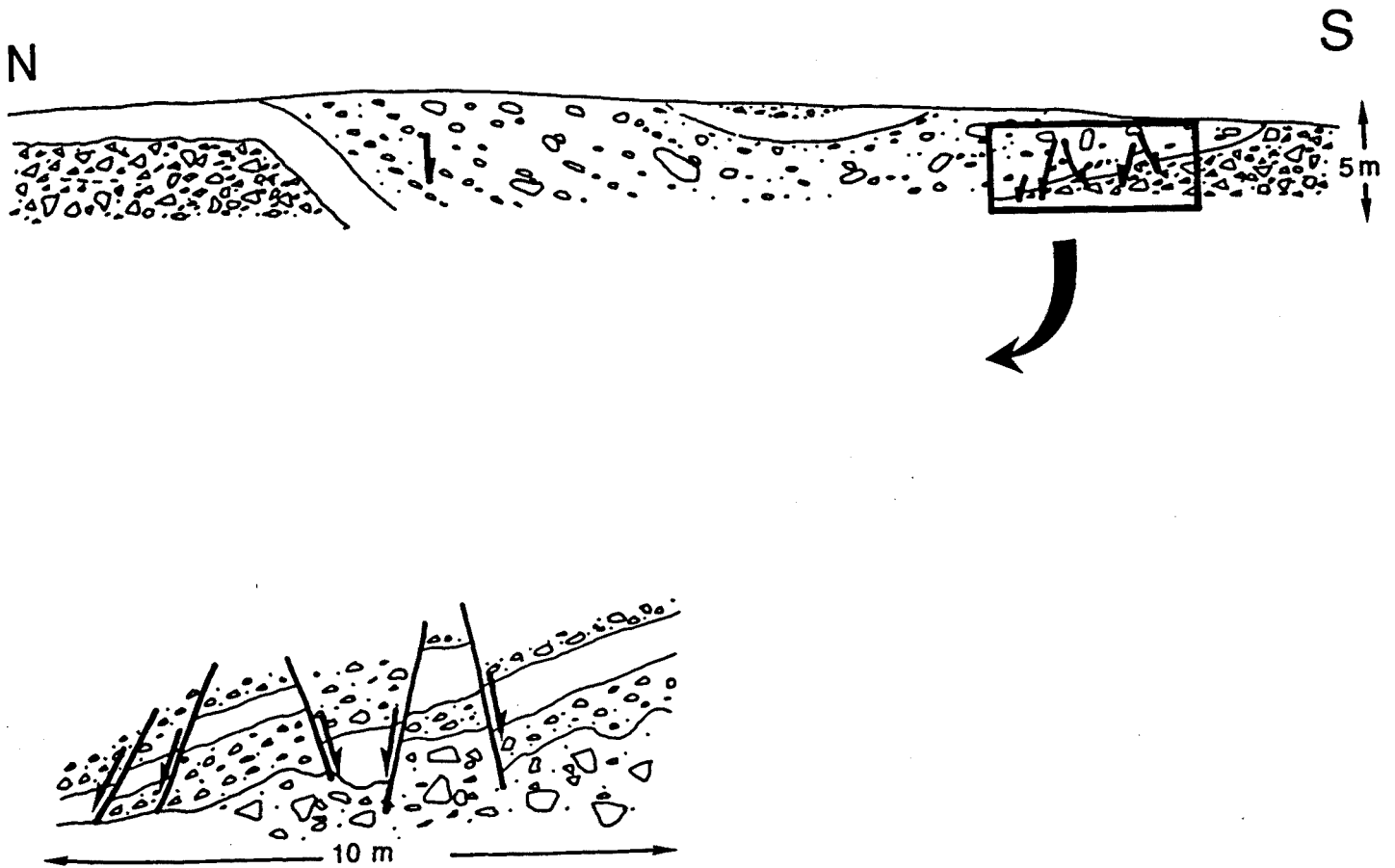


Fig. 3.17. Perfil geològic de l'aflorament de la circumvalació d'Amposta on s'observen falles normals i un sinclinal.

Fig 3.17. Geologic profile of the occurrence encircling Amposta where normal faults and a sinclinal are observed.

3.5. DADES DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL

La plataforma continental és la franja compresa entre la costa i el talús, i es caracteritza per tenir profunditats menors als 200 m. Així, és la zona immediatament adjacent a la zona estudiada i per tant les dades de la plataforma són d'interès per a aquest estudi. En estar sota el mar la informació prové de mètodes indirectes, sobretot de perfils de sísmica de reflexió (en especial si es busca informació dels sediments més superficials). Així, a continuació s'exposa una síntesi de les dades de deformació recent obtingudes per altres autors a la plataforma continental.

Abans d'exposar les dades de la plataforma pròpiament cal fer esment a la disposició de la línia de costa a les Cadenes Costaneres Catalanes (fig. 3.4). L'orientació de la costa entre el cap de Begur i el Llobregat és clarament paral·lela a les fractures longitudinals de sòcol que controlen el relleu de la zona emergida en aquest sector de la cadena, és a dir NE-SW. Es pot afirmar que aquestes fractures controlen també la disposició de la línia de costa. En canvi, des del delta del Llobregat cap al S la costa es disposa obliquament a les estructures posant de manifest la poca influència d'aquestes estructures en la disposició de la costa.

La plataforma continental té uns 15 km d'amplada des del cap de Salou cap al N, mentre que cap al S té uns 66 km (Maldonado 1986). La situació del límit entre la zona ampla i l'estreta coincideix amb el límit de la Zona d'enllaç i suggereix un control tectònic.

Les dades de sísmica han permès analitzar els sediments més recents i detectar un control tectònic (canons molt rectilinis i variacions de la sedimentació a banda i banda) per a alguns dels canons que solquen la plataforma, entre els que destaquen el canó del Foix, el de La Pedrera, el d'Almera, el de Fonera i el de Blanes (Maldonado et al. 1986, Serrat 1992).

A més d'aquest control tectònic en la disposició dels canons submarins, diversos autors han detectat fractures que afecten els sediments recents, en molts casos descrites com a falles de creixement i gravitacionals (Catafau 1987, Verdaguer 1983, Maldonado et al. 1986). Es considera que l'existència de moltes d'aquestes fractures pot estar controlada per la presència de les evaporites messinanes que desestabilitzarien al talús, desestabilització que podria traduir-se en la formació de fractures gravitacionals a la zona de més pendent, és a dir el talús. Tot i així cal considerar les fractures més properes al sector emergit, lluny del talús, com a independents d'aquesta desestabilització i per tant possiblement degudes a causes tectòniques.

A la zona entre el Cap de Salou i el delta del l'Ebre s'han descrit fractures d'orientació NNE-SSW que afecten el basament acústic i falles NE-SW i NNW-SSE que afecten la base del Calabrià-sostre del Tirrenià (IEO 1977). Catafau (1987) i Verdaguer (1983) descriuen fractures que

s'esmorteeixen cap als sediments més recents fins a arribar a transformar-se en una flexió d'orientació de NE-SW a N-S (figs. 3.18 i 3.19). Maldonado et al. (1986) descriuen l'existència de fracturació i marcades diferències de potència en els sediments pleistocens, i també una atenuació de la deformació cap al sostre de la sèrie. En tots els casos les falles descrites són subverticals i normals.

La subsidència a la zona del delta de l'Ebre és patent en els perfils sísmics analitzats per diversos autors. S'observa curiosament que tot i que la fracturació és més accentuada a la part septentrional del delta la subsidència és més intensa al S (fig. 3.19)(Verdaguer 1983, Farran i Maldonado 1990). Queda clar que la subsidència del delta ha estat important ja que n'ha permès la construcció. També s'han descrit subsidències diferencials entre blocs que han creat aprimaments de la sèrie, sobretot al Golf de Sant Jordi, on aquestes diferències de potència afecten els materials de la sèrie atribuïda al cicle Calabrià i al Sicilià (superfícies I i J de Monaco 1971)(Maldonado et al. 1986).

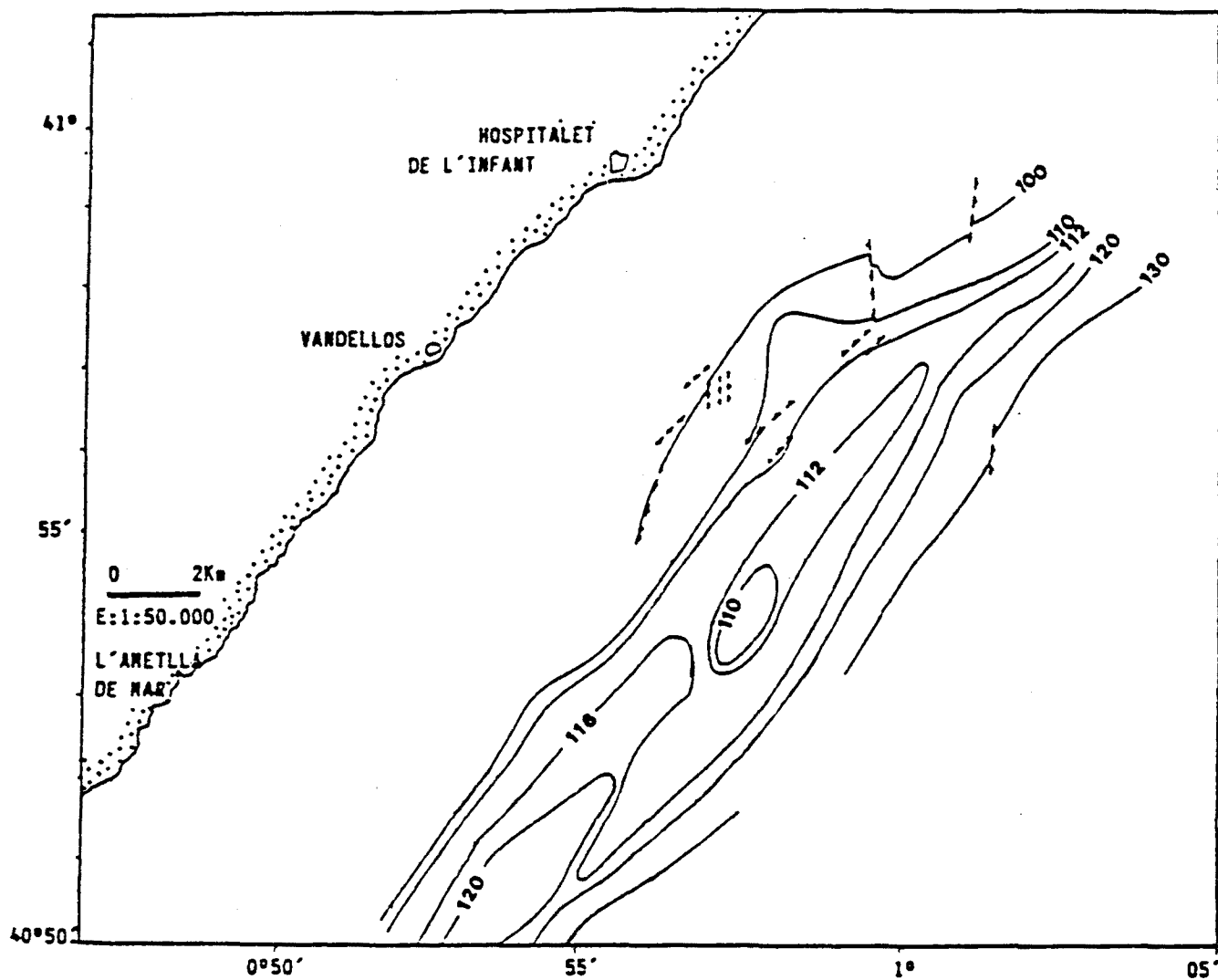


Fig. 3.18. Mapa de la plataforma amb falles (De Catafau 1987).

Fig 3.18. Map of the platform with faults (from Catafau 1987).

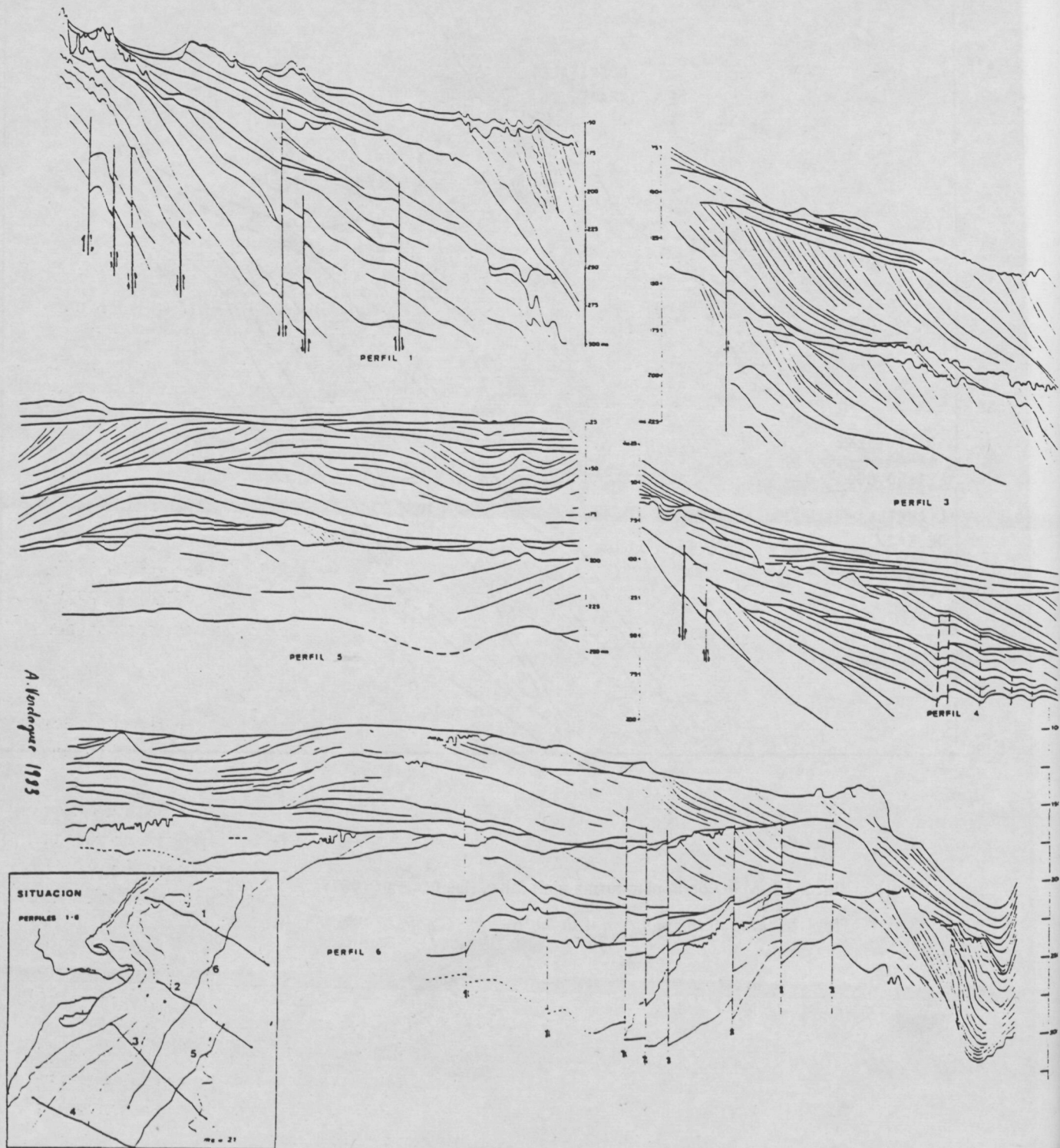


Fig. 3.19. Perfil sísmic interpretat (escala vertical en milisegons) de la plataforma continental a la zona del delta de l'Ebre on s'observa com la fracturació afecta als sediments més recents (Quaternaris). La marcada subsidència que s'hi observa a l'extrem S no coincideix en l'espai amb la fracturació més intensa. (De Verdagué 1983).

Fig.3.19. Interpreted seismic profile (vertical scale in milliseconds) of the continental platform in the area of the Delta of the Ebre where it can be observed how the fracture affects the most recent sediments (Quaternary). The marked subsidence that is observed at the extreme S does not coincide in the space with the more intense fracturisation. (from Verdagué 1983).

3.6. L'ESTAT D'ESFORÇ I DE DEFORMACIÓ ACTUAL. SÍNTESE DE LES DADES EXISTENTS.

Els treballs relatius al camp d'esforç i deformació actual es basen en la integració d'indicadors geològics i geofísics (mecanismes focals de terratrèmols, mesures del camp d'esforç *in situ*, anàlisi de la deformació en sediments recents). Aquests treballs mostren que les dades, tot i provenir de fonts diverses, són globalment coherents. Zoback et al. (1989) observen, en diverses plaques tectòniques, que l'esforç màxim horitzontal és sub-paral·lel a la direcció de moviment absolut d'aquestes plaques. Això, però, no es compleix a la Mediterrània, on les direccions principals d'esforç varien respecte les direccions de moviment de les plaques euroasiàtica i africana. Per altra banda, en aquesta zona, les variacions respecte del camp d'esforç general són abundants i per tant s'ha de considerar a una escala menor a la de placa per a analitzar el camp d'esforç (Rebaï et al. 1992). La regió mediterrània està composta per diferents blocs litosfèrics de gruix i reologies variades que es troben encaixats entre les plaques africana i euroasiàtica, plaques relativament indeformables i que han convergit durant els últims 70 Ma (Pitman i Talwani 1972, Dewey et al. 1973, Le Pichon et al. 1977, Tapponnier 1977, Savostin et al. 1986). La convergència, a la Mediterrània occidental, és de 1 cm/a (McKenzie 1972) i hi és absorbida per col·lisió. L'existència de petits blocs independents produeix les mencionades variacions locals del camp d'esforç.

El treball presentat en aquesta memòria permet, juntament amb dades geofísiques publicades per d'altres autors, realitzar una primera interpretació respecte al camp d'esforç actual a les Cadenes Costaneres Catalanes. Alguns autors han realitzat interpretacions del camp d'esforç actual a la Mediterrània i han considerat la zona NE de la Península Ibérica sotmesa a un camp d'esforç compressiu N-S a NNW-SSE (Rebaï et al. 1992). L'escala de treball d'aquests estudis, que no permet considerar les estructures locals en tota la seva extensió, i les poques dades geològiques utilitzades en aquests treballs referents a les Cadenes Costaneres Catalanes, fan plausible una interpretació diferent a la zona basada en les noves dades.

El camp d'esforç i de deformació actual a la zona estudiada s'ha estimat a partir de dades d'origen divers, entre les que destaquen els mecanismes focals de terratrèmols de magnitud important, les mesures *in situ* (ja sigui aprofitant sondatges) i l'anàlisi de la fracturació i les estructures de deformació en els sediments més recents. A les Cadenes Costaneres Catalanes les dades del camp d'esforç i deformació actual no són molt abundants i per tant s'exposen a continuació conjuntament amb les dades de les zones veïnes, per a reforçar-les i realitzar-ne una comparació.

La zona d'on es tenen més dades de mecanismes focals és el Pirineu ja que la sismicitat hi és més important. Tot i així els resultats no són coincidents en totes les solucions i varien d'una zona del Pirineu a l'altra. Així, al Pirineu oriental els mecanismes focals indiquen un eix de compressió entre

NW-SE, N-S i NNE-SSW (fig. 4.11) i al Pirineu Central i Occidental els mecanismes indiquen eixos de compressió NW-SSE i E-W (Olivera et al. 1986, 1992). Les dades de *borehole breakout* (analitzen la forma de la secció de sondatge), que donen informació només dels dos eixos horitzontals, indiquen un eix d'escurçament màxim horitzontal d'orientació E-W en alguns pous i NNE-SSW en d'altres (Jurado i Mueller en premsa). L'anàlisi de la deformació al Pirineu, tal com ja s'ha comentat, està en discussió, i mentre alguns autors interpreten un esforç principal d'orientació N-S (Goula et al. 1992, Escuer i Goula 1992, Phillip et al. 1992), d'altres mostren indicis d'una extensió SSE-NNW o NNE-SSW (Briais et al. 1990, Bordonau i Vilaplana 1986) incompatibles amb l'anterior camp si no es consideren les diferències d'escala i les possibles variacions laterals de la deformació, discussió que queda fora dels objectius d'aquest treball pel que fa al Pirineu.

La poca energia alliberada pels escassos terratrèmols documentats a la Depressió de l'Ebre no permeten fins al moment de calcular-ne cap mecanisme focal. En canvi s'han realitzat mesures de *Borehole breakout* en alguns pous petrolers de la zona que indiquen orientacions de l'eix de màxim escurçament horitzontal de ENE-WSW i NE-SW (Jurado i Mueller en premsa).

Les dades del solc de València són sobretot de la plataforma continental i de la zona emergida continental. La sismicitat hi és més abundant que a la depressió de l'Ebre i es disposa de quatre solucions focals a la zona (Susagna 1990, Olivera et al. 1991, 1992), dues corresponents a terratrèmols a la plataforma continental i dues a terra (fig. 4.11 i 4.17). Totes les solucions indiquen l'existència de falles direccionals amb component invers amb un eix de compressió que varia entre NNW-SSE i NNE-SSW. Les mesures de *borehole breakout* (fig. 3.20) mostren una orientació de l'eix de màxim escurçament horitzontal NE-SW a la zona septentrional (zona de Roses) i NNE-SSW més cap al S (zona de Garraf) (Jurado i Mueller en premsa). Jurado i Mueller (en premsa) estimen, a partir de l'estudi de les profunditats a les que esdevenen els breakouts, que l'eix de màxima compressió, z , és horitzontal i que per tant, si el camp de deformació coincideix amb el camp d'esforç, la zona està sotmesa a un règim compressiu.

Així, dins d'un context de compressió N-S entre Àfrica i Europa, les dades del camp d'esforç actual del NE d'Ibèria varien en funció de les zones i en alguns casos en funció del mètode emprats per a mesurar-lo. Cal tenir en compte que aquest tipus de dades poden representar variacions molt locals del camp d'esforç i de deformació degudes a l'actuació independent de petits blocs o a distorsions produïdes per l'activitat de grans estructures. Tot i així, cal remarcar la orientació de compressió horitzontal NNE-SSW que indiquen tant les mesures de *borehole breakout* com dels mecanismes focals, tot i que les primeres dades aporten una informació més completa de les deformacions horitzontals i les segones, que donen informació en tres dimensions, no són prou abundants per a ser considerades definitives.

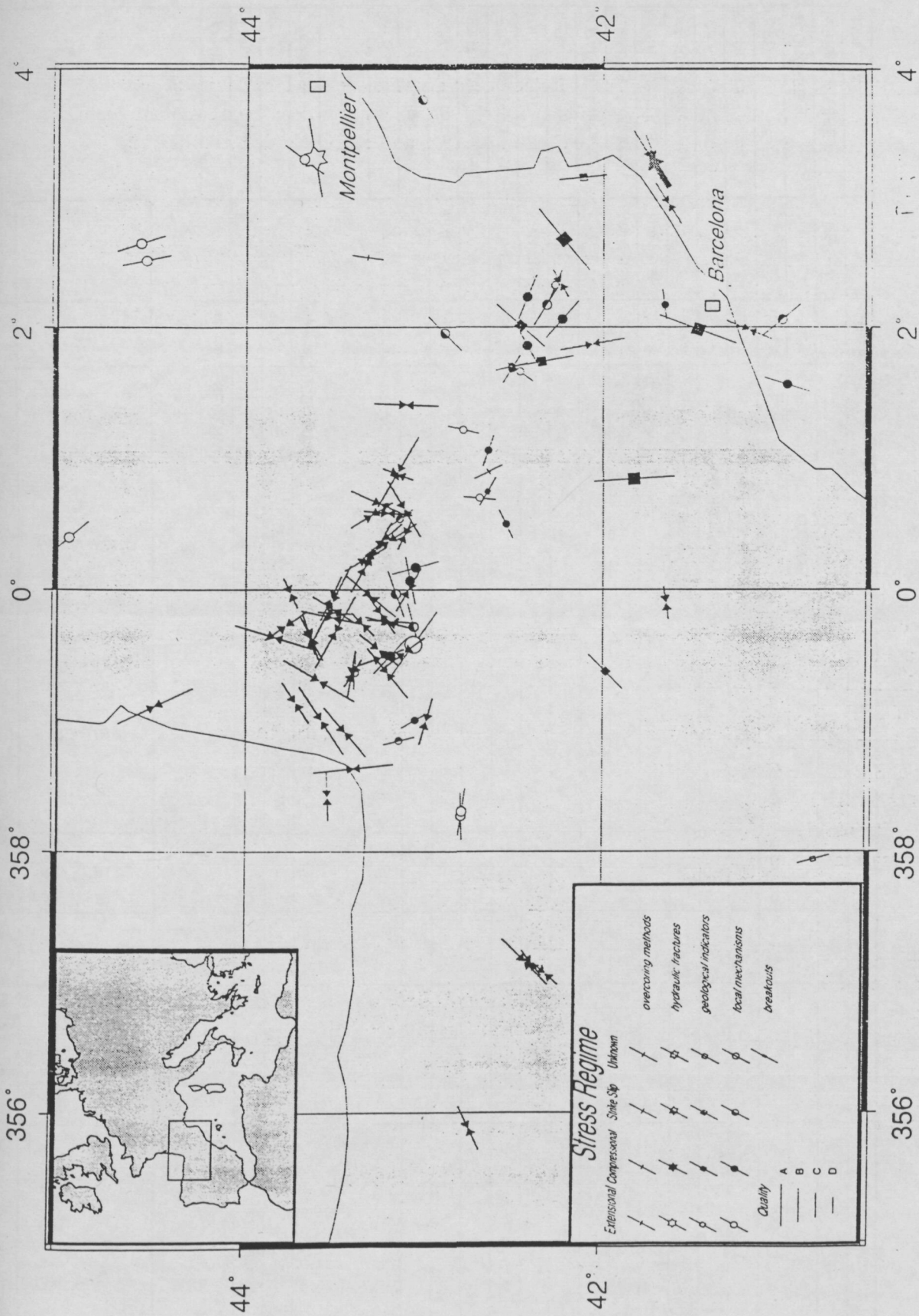


Fig. 3.20. Mapa de mecanismos focals i "borehole breakouts" de la zona estudiada.

Fig. 3.20. Map of the focal mechanisms and "borehole breakouts" of the area studied.

| | DIÀCLASIS | FALLES | | | CODOLS | ESTILÒLITS | FRACTURACIÓ | DICS CLÀSTICS | FLEXIONS / VASCULAMENTS |
|-------------------------|-----------|------------|------------|------------|---|------------|----------------|----------------|-------------------------|
| | | σ_1 | σ_3 | ORIENTACIÓ | | | | | |
| pliocè | | | | | | | | | |
| PAPIOL | | vertical | ESE-WNW | | | | | | |
| PLAÇA DE LES BRUIXES | | | | | | | | | flexió sinforme |
| ST QUINTI | | | NW-SE | 050/90 | PD vertical; σ_3 NE-SW | | | | |
| ST ONOFRE | | vertical | SSE-NNW | | σ_1 NW-SE; σ_3 vertical | | | | |
| quaternari | | | | | | | | | |
| PAPIOL | | vertical | E-W | 170/75E | | | | | |
| PICAMOIXONS | Dispersió | | | | | | | | |
| MONT-ROIG (poble) | NNE-SSW | | | | | | | | |
| MONT-ROIG (Coldejou) | N-S | | | | | | | | |
| LES PLANES DEL REI | N-S | | | | | | | | vasc. 5° WNW |
| TORRENT DEL PI | NNW-SSE | | | | | | | | |
| ALMADRABA (platja) | N-S | | | | | | | | |
| ALMADRABA (finxera) | N-S | | | | | | | | |
| ALMADRABA (via tren) | NNW-SSE | | | | | | | | |
| MORRO DEL GOS | N-S i E-W | | | | | | | | |
| CAP ROIG (autopista) | | vertical | E-W | 005/80W | | | | | |
| CAP ROIG (via del tren) | | | | | dispersió (NNW-SSE?) | | | | |
| RASQUERA | | | | | NE-SW (direcció) | | | | |
| FORD | | vertical | E-W | | σ_1 WSW-ENE; σ_3 vertical | dispersió | σ_3 E-W | | vasc. 30° W |
| ST ONOFRE | | | | 009/80E | | | | | |
| TERRASSA EBRE | NE-SW | | | | | | | | |
| AMPPOSTA | | vertical | ? | | σ_1 N-S; $\sigma_2=\sigma_3$ | N-S | | σ_3 E-W | flexió sinforme |

Taula 5. Taula de síntesi dels resultats obtinguts en l'anàlisi estructural neotectònica (vegeu text).

Table 5. Table synthesising the results obtained in the neotectonic structural analysis.

3.7. DISCUSSIÓ

La majoria de les estructures observades a la zona d'estudi i descrites en aquest apartat són poc significatives per elles mateixes però conjuntament aporten informació sobre el camp d'esforç i de deformació en el període Plio-quadernari. A la taula 5 s'hi representen, de forma sintètica, les dades d'esforç i de deformació que s'han descrit a la zona d'estudi. Si, a fi de poder comparar les diferents dades, es tenen en compte només els eixos horitzontals del camp d'esforç, s'observa com la informació aportada per les diàclasis, per les falles, pels dies clàstics, per les fractures i per alguns estilòlits i estries en còdols coincideixen en una predominància de l'orientació de σ_3 entre WNW-ESE i WSW-ENE, amb domini de la orientació E-W. Això és coherent amb les dades del camp d'esforç actual exposades més amunt que indica una orientació de σ_3 de WNW-ESE (si es tenen en compte les dades de *borehole breakout* per a la zona del Garraf que indiquen σ_3 WNW-ESE). Tot i així, les dades de sismicitat indiquen l'existència de falles direccionals i inverses que, amb l'excepció de les falles direccionals dels conglomerats de Riudebitlles (Amigó 1986), no s'observen en els sediments plio-quadernaris de la zona estudiada. Les fractures observades són quasi únicament de tipus normal, i moltes d'elles es presenten en famílies conjugades indicant una orientació de σ_1 vertical. Així, en tres dimensions, la comparació del camp d'esforç deduit mitjançant els diferents mètodes és més problemàtica.

Les dades obtingudes en afloraments pliocens mostren un eix de compressió horitzontal WNW-ESE, mentre que les realitzades en afloraments quadernaris, incloent l'orientació de màxima freqüència en la direcció de les diàclasis, és E-W. La gran majoria de dades indiquen moviments verticals de caràcter extensiu, amb l'excepció de les mesures de còdols estriats. El caràcter minoritari d'aquestes dades així com la poca quantitat de dades de les que s'ha disposat per efectuar la interpretació de cada cas, fan aconsellable de considera-les poc rellevants en la interpretació final.

Cal destacar que la deformació dels sediments recents, tot i ser de baixa intensitat, és present tant a la zona emergida com a la plataforma continental, i que afecta els nivells més superficials.

