

Estudi estructural de l'enllaç entre la Serralada Ibèrica i la Serralada Costanera Catalana

Joan Guimerà Roso

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

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

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

UNIVERSITAT DE BARCELONA

DEPARTAMENT DE GEOLOGIA DINAMICA, GEOFISICA I PALEONTOLOGIA

**ESTUDI ESTRUCTURAL DE
L'ENLLAÇ ENTRE LA SERRALADA
IBERICA I LA SERRALADA
COSTANERA CATALANA**

VOLUM I

JOAN GUIMERA

BARCELONA, GENER DE 1988

4.1.3.5: L'àrea subtabular central.

CANEROT (1974) anomenà així la regió que es troba al sud del feix frontal de la Zona d'Enllaç i que, cap al sud, queda limitada per l'àrea meridional i cap a l'oest pels plecs de l'àrea de Cantavieja-Mosqueruela; cap a l'est és obliterated per les fosses costaneres formades durant la distensió neògena. Hi dominen materials del Cretaci inferior.

Les capes s'hi mantenen horitzontals o molt poc inclinades (FIG. 4.36 A), encara que al seu interior hi ha alguns plecs -el més important és l'anticlinal del Bovalar (LAM. 2: tall XXII)- i flexions-falla -com l'alineació que s'estén des de Xert fins a Ares (LAM. 2: tall XV)-.

Cap al nord passa progressivament al feix frontal de la Zona d'Enllaç per augment de la intensitat de plegament a l'alçada del paral·lel de Morella, mentre cap a l'oest el trànsit és més bruscat per l'aparició sobtada dels plecs NW-SE a Cantavieja (FIG. 4.36 B).

Cap al sud i cap a l'oest el límit és més imprecís i arbitrari, ja que és obliterated per estructures posteriors. Cap a l'est es continuaria en les actuals fosses costaneres, en les que la disposició de l'estratificació és poc inclinada i aquesta inclinació pot atribuir-se -com veurem al capítol 5- a basculament de blocs lligat al moviment de falles normals d'escala pluriquilomètrica. Cap al sud es produeix una situació semblant però lligada a falles normals hectomètriques a quilomètriques que afecten la cobertura mesozoica i produeixen l'estructura de la Zona Meridional.

Al sud i a l'est de Catí es fa important el desenvolupament de falles que afecten la cobertura a escala hectomètrico-quilomètrica -NE-SW i E-W predominantment- i les grans falles NE-SW que limiten les fosses costaneres i que han d'afectar el sòcol. Com veurem a l'Apèndix I, a partir de l'anàlisi de les mesostructures fràgils que afecten els materials mesozoics, pot deduir-se que aquestes van actuar com a falles direccionals durant la compressió; això pot estendre's a les falles de mida més gran, que deurien actuar també com a falles direccionals durant la compressió. No he pogut, però, observar estries direccionals

FIGURA 4.36:

Zona subtabular central.

A: Aspecte als voltants d'Ares del Maestrat: materials del Cretaci inferior horitzontals afectats per falles normals (dreta).

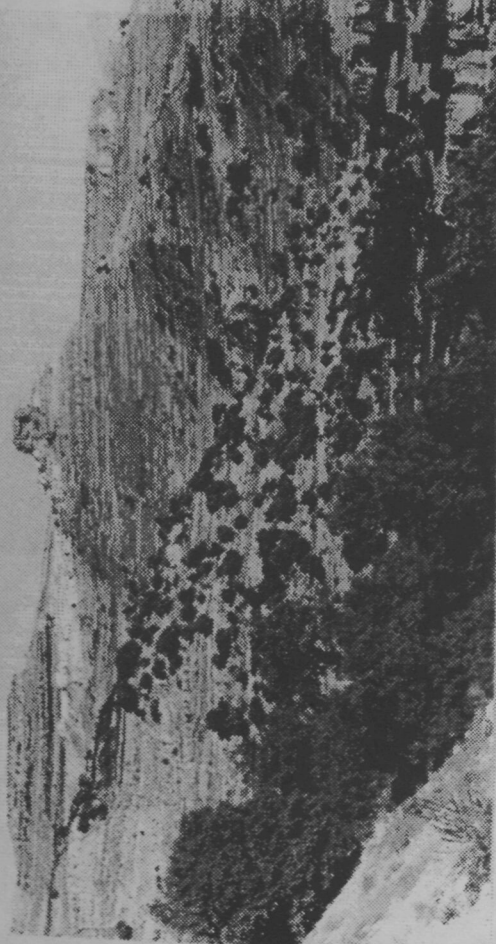
B: El flanc NE de l'anticlinal de Cantavieja, estructura que marca el límit de la zona subtabular per l'oest.

S



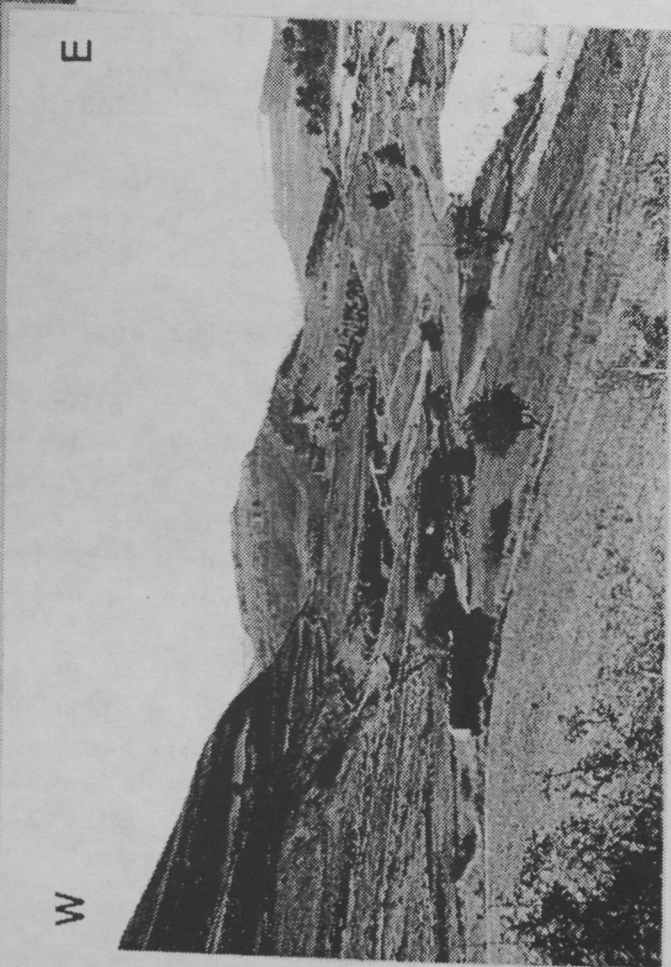
A

N



B

E



W

sobre plans de falla d'escala quilomètrica puixque aquests plans rarament poden observar-se en estar cobertes aquestes falles per dipòsits plioquaternaris. CANEROT (1974) suposa un moviment direccional sinistre a les falles NE-SW que, al nord de Castelló (extrem sud-est de la regió estudiada, MAPA 1), es veu que afecten el sòcol hercinià que aflora; aquesta suposició la basa en l'aparent desplaçament dels eixos de plecs NW-SE de gran radi de curvatura que afecten el sòcol hercinià i la cobertura mesozoica. En la meua opinió, l'existència d'aquests plecs no és evident i tampoc ho és, doncs, el suposat desplaçament, tot i que opino que aquestes falles de sòcol si que deuen haver sofert un moviment sinistre, com les altres d'orientació igual situades més al nord.

4.1.3.6: L'àrea meridional.

Aquesta regió presenta unes característiques diferenciades de les regions veïnes, entre les que destaquen la presència d'extensos afloraments de materials triàsics i un gran desenvolupament de falles normals, que han produït una extensió molt important a la cobertura mesozoica sense la formació de grans fosses.

La seva estructura i la seva evolució han estat objecte de diversos treballs recents en què s'exposen opinions diverses, fins i tot contraposades, sobre l'estructura dels materials triàsics i el significat de l'extensió de la cobertura mesozoica per falles normals. Com es despendrà del contingut d'aquest capítol, la major part de les estructures que l'afecten les atribueixo a la distensió neògena; la disparitat de les idees i de les interpretacions dels treballs recents sobre aquesta àrea -que alguns autors han considerat clau de la interpretació de la gènesi de les macrostructures del feix frontal de la Zona d'Enllaç- m'han dut, però, a fer-ne la descripció abans.

CANEROT (1974) i, posteriorment, SIMON GOMEZ i PEREZ CUEVA (1980) suposen l'existència d'"extrusions" dels materials triàsics. Segons aquests autors, aquest procés hauria tingut lloc durant la distensió miocena, a partir de les acumulacions de materials plàstics al nucli dels anticlinals formats durant la compressió paleògena.

MARTIN et al. (1974), CANEROT i CADILLAC (1977), CANEROT I MARTIN (1977) i TREL ESCUDERO et al. (1981) abandonen la idea de les extrusions i diferencien tres estatges tectònics separats per contactes anormals:

- a) un sòcol format pels materials del Paleozoic i el seu tegument del Buntsandstein i el Muschelkalk inferior, amb una estructura subtabular;
- b) un nivell incompetent intermedi format pel Muschelkalk mitjà i superior i el Keuper, amb una estructura "caòtica" i
- c) la cobertora juràssico-cretàcia, afectada per gran quantitat de "fallas cicloïdals de distensió" (TREL ESCUDERO et al., 1981) que no travessarien el nivell incompetent.

Segons aquests autors, durant la compressió paleògena la cobertora de la Zona d'Enllaç va lliscar gravitacionalment cap al nord, produint el feix de plects i d'encavalcaments de Portalrubio-Vandellós. L'estructura de l'Àrea Meridional seria el resultat de l'extensió produïda al darrere de la cobertora mesozoica que es desplaçava cap al nord. Així, doncs, les estructures extensives de l'Àrea Meridional serien d'edat paleògena i sincròniques amb la deformació del front nord de la Zona d'Enllaç; per tant no s'hi haurien de trobar estructures "compressives"

4.1.3.6.1: La successió estratigràfica triàsica.

Del que acabem de veure es desprén la importància d'un bon coneixement de la successió estratigràfica triàsica de l'àrea per tal de resoldre'n l'estructura.

Buntsandstein

Ocupa només una petita part dels afloraments triàsics, i en general només afloren els termes més superiors de la sèrie. Al Desert de les Palmes, MARZO et al. (1983) distingeix tres unitats, de base a sostre:

- a) Gresos i lutites del Desert de les Palmes (220 m).
- b) Gresos de Vilafamés (160 m).
- c) Complex lutític carbonàtic superior (10-20 m), que és el

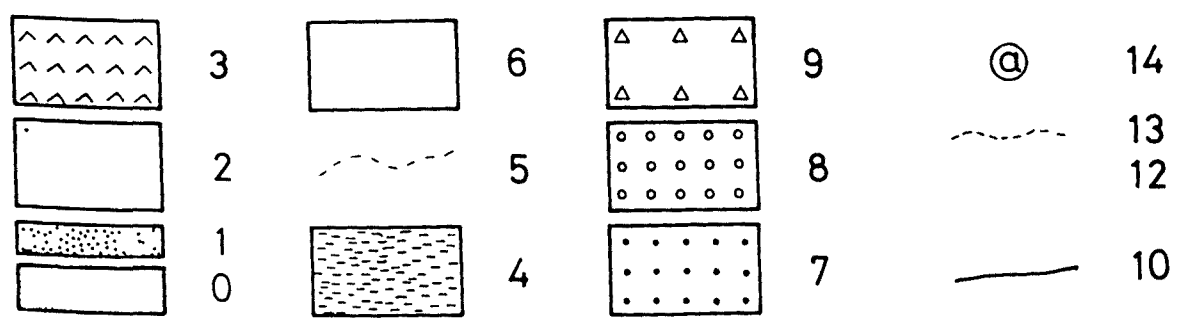
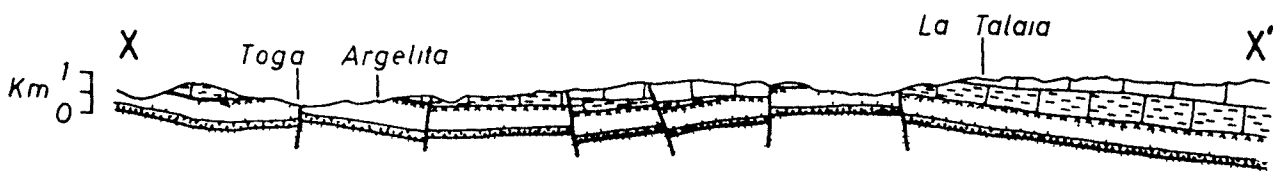
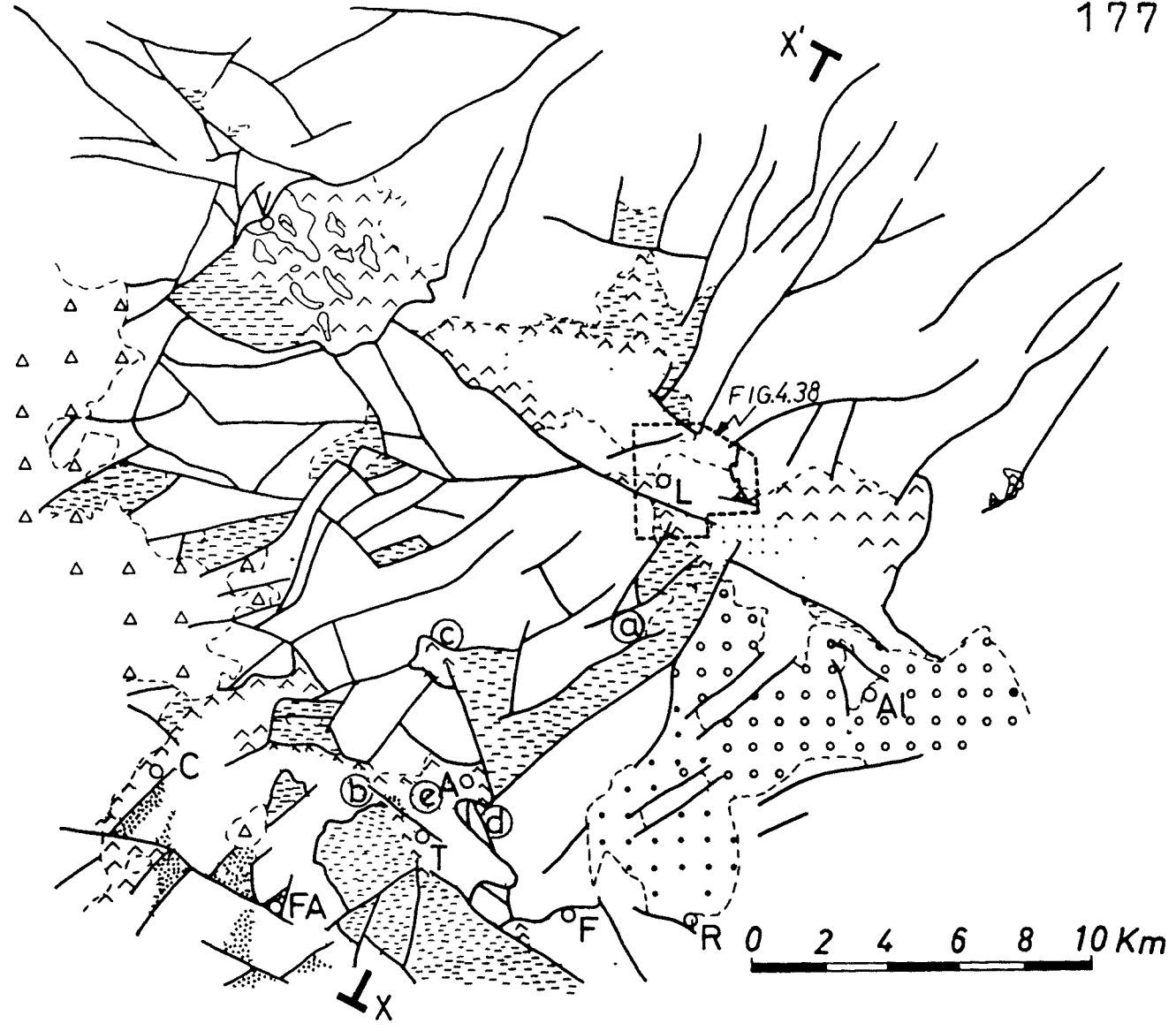
FIGURA 4.37:

Esquema geològic de l'àrea compresa entre Lluçena, Ribesalbes i Cirat.

A: Argelita; Al: L'Alcora; C: Cirat; F: Fanzara; FA: Fuentes de Ayódar; L: Lluçena; R: Ribesalbes; T: Toga; V: Villahermosa.

0: Sòcol hercinià; 1: Buntsandstein; 2: Muschelkalk; 3: Keuper; 4: Juràssic; 5: discordança de la base de la fàcies Weald; 6: Cretaci; 7: Unitat Neògena Inferior; 8: Unitat Neògena Superior; 9: Neogen indiferenciat; 10: falla; 12: contacte normal; 13: contacte discordant; 14: localització dels punts citats dins el text.

En línia discontinua s'indica la localització de la FIG. 4.38.



trànsit progressiu cap al Muschelkalk.

Muschelkalk

Ocupa la major part dels afloraments triàsics. MARTIN et al. (1974), hi distingeixen tres trams: un d'inferior calcàreo-dolomític de 30 a 50 m de gruix; un d'intermedi predominantment lutític, rogenç i amb intercalacions de guix de potència difícil de calcular degut a la forta tectonització; un de superior format per tres barres calcàries separades per dos nivells margosos, amb una potència aproximada de 120 m.

Les meves observacions coincideixen amb la successió proposada per aquests autors: he pogut observar la presència de quatre barres predominantment dolomítiques separades per trams més lutítics:

- La barra inferior té una potència que pot aproximar-se als 100 m; està formada predominantment per dolomies gris fosc, amb intercalacions de capes de color marron fosc.

- Damunt hi ha un nivell predominantment margoso-lutític, amb intercalacions de capes calcàries -a vegades d'aspecte carniolar- i nivells de guix laminat de pocs metres de gruix; hi ha capes de colors bigarrats -sobretot rogenques- que no arriben a ser dominants. La potència d'aquest tram sol ser més gran de 50 m.

- Finalment hi ha una successió de tres barres amb dues intercalacions margoses. Les barres estan formades predominantment per dolomies fosques en capes fines; hi ha també nivells de calcàries bioclàstiques i de calcàries amb fucoïdes. La potència de les barres és de l'ordre de 30 a 40 metres, i els nivells margosos tenen una potència semblant o lleugerament inferior.

El gruix total del Muschelkalk el calculo de l'ordre de 300 metres.

Keuper

ORTI (1974) distingeix al Keuper de l'est de la Serralada Ibèrica cinc unitats estratigràfiques, amb una potència total que varia entre 200 i 400 m. Aquestes unitats són, de base a sostre:

- Fm. Argiles i guixos de Jarafuel (K₁).
- Fm. Gresos de Manuel (K₂).

- Fm. Argiles de Cofrents (K₃).
- Fm. Argiles amb guixos de Quesa (K₄).
- Fm. Guixos d'Aiora (K₅).

Aquestes cinc unitats no han estat totes identificades en aquesta àrea meridional. MARZO et al. (1983) al nord de la Serra d'Espadà n'identifiquen només els quatre primers nivells, amb una potència total de 50 a 80 metres; a l'àrea de Lluçena solament n'identifiquen els nivells K₁, K₃ i K₄, amb una potència total entre 60 i 100 metres.

4.1.3.6.2: El contacte entre els materials triàsics i els materials juràssico-cretacis.

De la lectura dels treballs anteriors es desprén la importància d'un bon coneixement de la naturalesa d'aquest contacte per la correcta interpretació de l'estructura d'aquesta àrea.

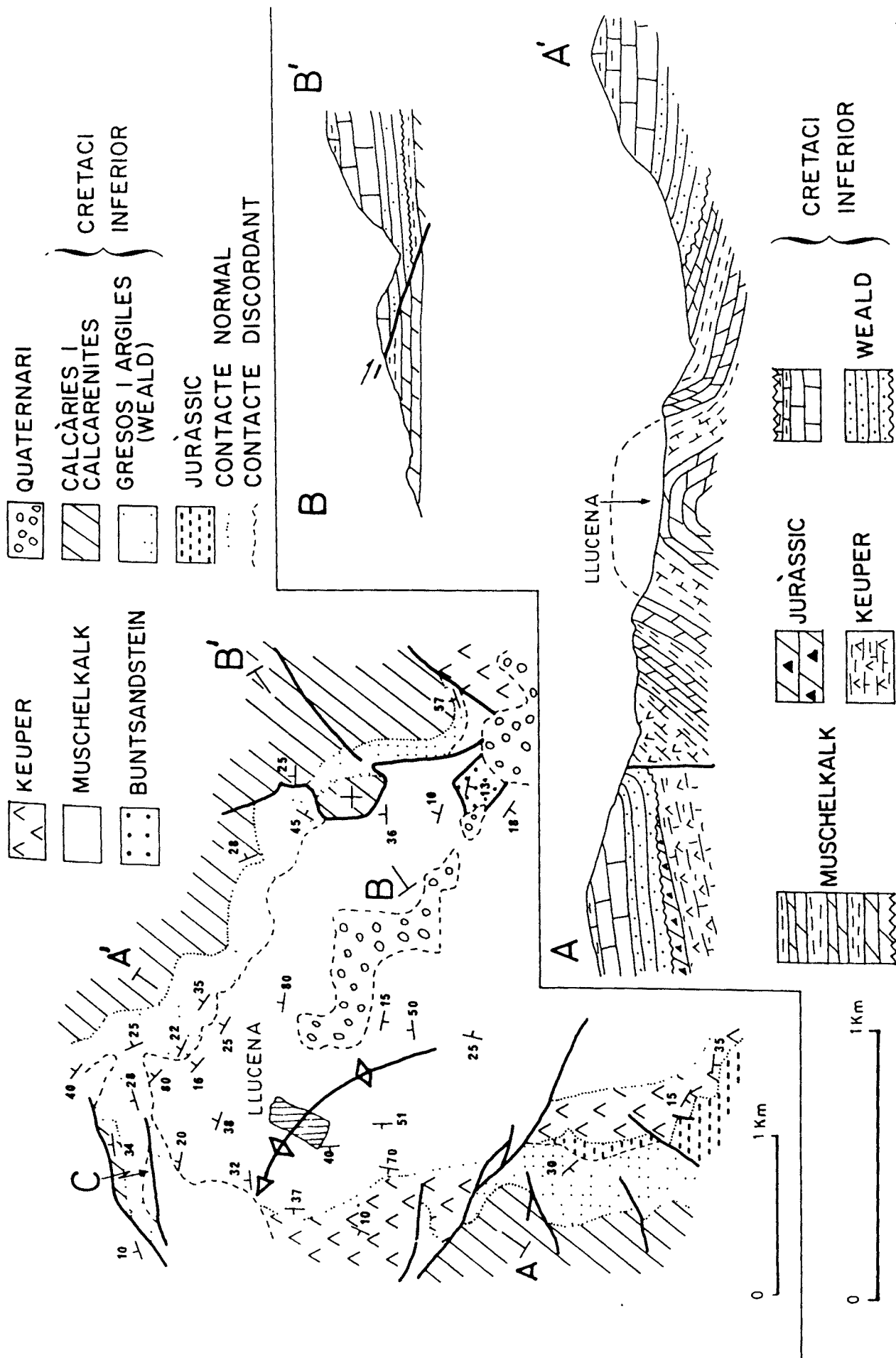
Als afloraments triàsics de Lluçena i de Cirat-Fanzara, geomètricament el contacte dels materials triàsics amb els juràssics i cretacis és poc inclinat, la major part de les vegades paral·lel a l'estratificació dels materials suprajacents. Enlloc no s'hi troben materials triàsics damunt dels juràssics o cretacis (MAPA 1; FIG. 4.37).

En una part important de la seva extensió cartogràfica correspon a un contacte discordant en què els materials detrítics de fàcies Weald descansen sobre el Muschelkalk o el Keuper; aquests materials wealdians també reposen discordantment sobre el Juràssic. Aquests fets ja foren observats per MICHEL (1974). El contacte entre el Keuper i el Juràssic és normal o lleument tectonitzat en molts punts d'aquesta àrea (FIG. 4.37 i 4.38).

La naturalesa discordant dels materials de fàcies Weald sobre els materials més antics s'observa clarament als voltants de Lluçena. Al barranc del Salt del Cavall -carretera de Lluçena a Argelita, FIG. 4.37, punt a- s'observa una discordança angular -ja descrita per MICHEL (1974?)- entre la fàcies weald i els materials juràssics (FIG. 4.39 A). Al sud de Lluçena (FIG. 4.38) la potència dels materials juràssics conservats disminueix ràpidament cap al nord fins a desaparèixer, passant llavors a descansar

FIGURA 4.38:

Mapa geològic i talls dels voltants de Lluçena. Per la seva localització, vegeu la FIG. 4.37.



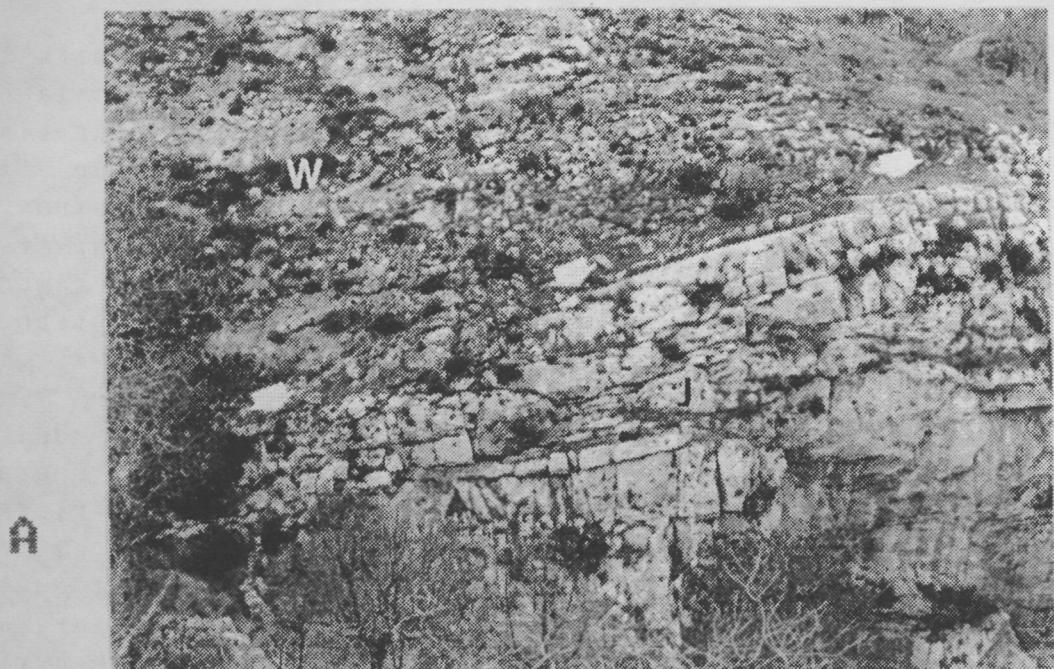
els materials de fàcies Weald sobre el Keuper i, més al nord, sobre el Muschelkalk. Aquest contacte d'origen sedimentari entre la fàcies weald i el Muschelkalk s'observa clarament a nivell d'aflorament a la carretera que va de Llucena cap al riu de Llucena (FIG. 4.38 punt C; FIG. 4.39 B). Als voltants d'aquesta població -com en altres llocs d'aquesta Area Meridional (FIG. 4.37)- el contacte entre els materials de fàcies Weald i els triàsics o juràssecs subjacents és paral·lel a l'estratificació dels primers, fet que, conjuntament amb les observacions puntuals tot just exposades, apunta la seva naturalesa sedimentària.

4.1.3.6.2: Estructura de l'àrea:

La característica principal de l'estructura d'aquesta àrea és la presència d'una xarxa de falles normals NW-SE i NE-SW que afecta la cobertura mesozoica.

La major part de la seva superfície l'ocupen els materials juràssico-cretacis, i els triàsics -que afloren des del Buntsandstein fins al Keuper- hi afloren, gairebé exclusivament, en dues zones: una en una alineació que va des de Monteagudo del Castillo a l'Alcora, i l'altra entre Cirat i Fanzara.

La primera d'elles correspon a una alineació anticlinal en la que els afloraments de materials triàsics són discontinus: entre Monteagudo del Castillo i Alcalá de la Selva, al sud-est de Villahermosa del Río i als voltants de Llucena (MAPA 1). La seva orientació és NW-SE -ibèrica-, i l'estructura anticlinal és més marcada en el seu extrem nord-est -on el Muschelkalk del nucli del plec arriba a ser vertical- i s'esmorteeix cap al sud-est: als voltants de Llucena encara s'observa l'estructura anticlinal al Muschelkalk (FIG. 4.38, tall A), però aquesta desapareix ràpidament cap al sud-est, on l'estructura passa a ser subtabular i hi ha l'únic aflorament de Buntsandstein de tota l'alineació. L'estructura anticlinal s'esmorteeix també d'una manera ràpida cap als flancs i, al seu nucli, cap als nivells estratigràfics més superiors (LAM. 1: tall VIII) on, als materials juràssico-cretacis, es presenta com una volta anticlinal laxa molt afectada per la xarxa de falles normals.



A



B

FIGURA 4.39:

El contacte discordant de la base de la fàcies Weald:

A: Barranc del Salt del Cavall. Materials de fàcies Weald (W) sobre juràsics (J); les fletxes indiquen la posició de la superfície de discordança. Vegeu-ne la localització a la FIG. 4.37, punt a.

B: Carretera e Lluçena cap al riude Lluçena. Weald (W) sobre Muschelkalk (M). Vegeu-ne la localització a la FIG. 4.38, punt C.

A la zona d'afloraments triàsics compresa entre Cirat i Fanzara predominen les falles d'orientació NW-SE -també n'hi ha de NE-SW- amb salts verticals que poden superar els 500 metres: al nordoest de Toga (FIG. 4.37, punt b) una falla NW-SE posa en contacte la part superior del Buntsandstein amb el Keuper. Els materials triàsics entre les diverses falles es mantenen subhoritzontals o estan lleugerament basculats. En aquesta zona els afloraments de Buntsandstein són més importants que a l'anterior.

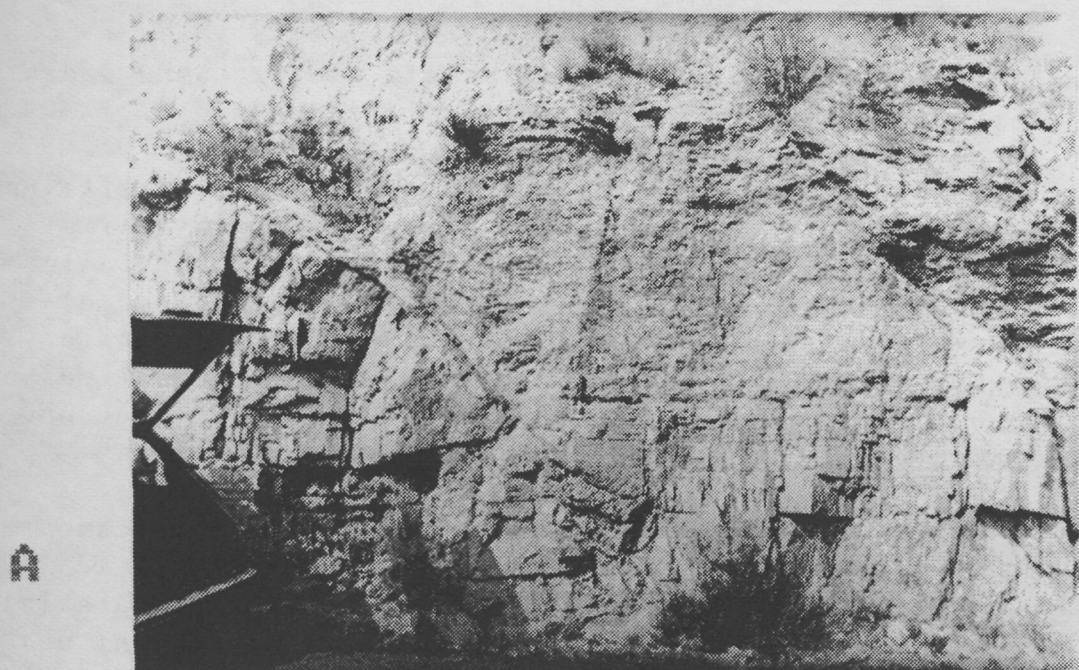
Cap de les intercalacions margoso-lutítiques del Muschelkalk serveix de nivell de desenganxament generalitzat ni travessa les barres calcàreo-dolomítiques superiors per barrejar-se amb el Keuper; no hi ha cap nivell d'estructura "caòtica". Les deformacions a escala d'aflorament que s'observen als nivells margoso-lutítics són similars a les que hi ha a gran escala: falles normals que poden arribar a tenir geometria lítrica (FIG. 4.40).

Les acumulacions locals de guixos del Keuper que s'observen als voltants de Lluçena -que han estat explotades en pedreres petites- són clarament recoberts discordantment pels materials de fàcies Weald, com hem vist a l'apartat anterior.

L'estructura dels materials juràssico-cretacis es caracteritza per la presència de dues famílies principals de falles -NW-SE a E-W i NE-SW- d'escala hectomètrica a quilomètrica, que han sofert un moviment predominantment normal. Aquests fets produeixen una disposició en horsts i gràbens, allargats o en forma de daus, degut a la intersecció entre les dues famílies de falles (FIGS. 4.37 i 4.41).

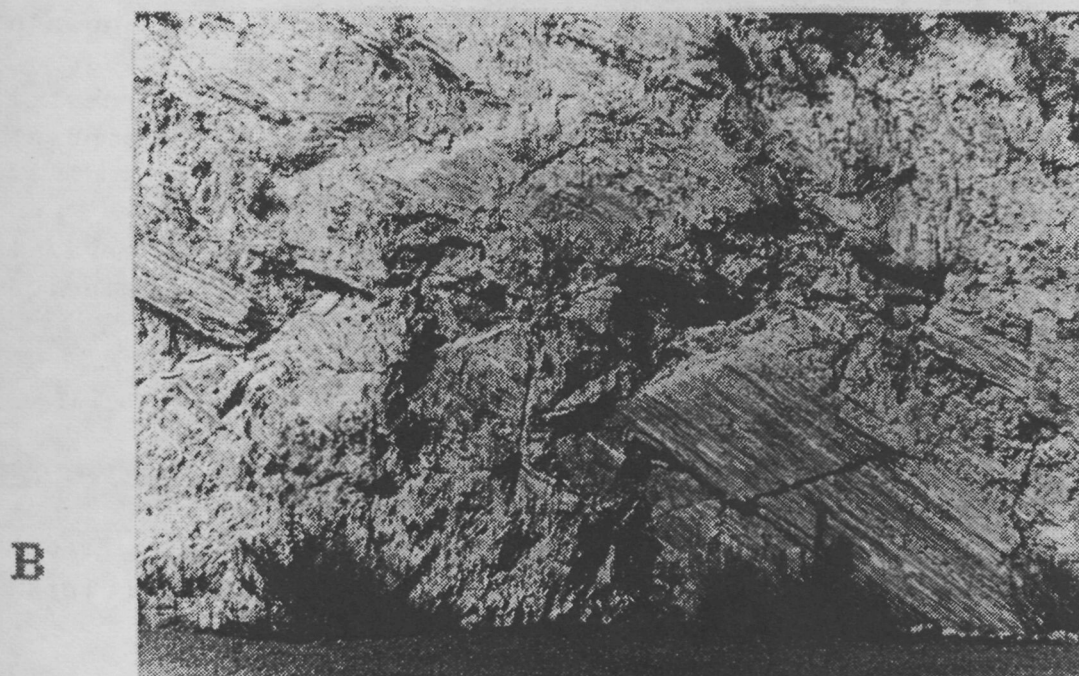
Com s'explica a l'Apèndix I, de l'estudi de la fracturació a petita escala, s'observa que aquestes falles normals van actuar amb anterioritat com a falles de direcció.

Algunes d'aquestes falles tenen una geometria lítrica, i plans de falla de molt poca inclinació -localment subhoritzontals- poden arribar a posar materials del Cretaci inferior sobre materials triàsics. Aquest fet pot observar-se a l'Est de Lluçena (FIG. 4.38, tall B) a Ludiente (FIG. 4.37, punt c) i al sud d'Argelita (FIG. 4.37,



W

E



B

FIGURA 4.40:

Falles en les lutites i guixos del Muschelkalk "mitjà" (FIG. 4.37, punt e):

A: Falles normals amb geometria listrica; les capes romanen horitzontals.

B: Falles normals basculades conjuntament amb les capes.

punt e; FIG. 4.42). A petita escala escala també poden observar-se falles amb geometria lístrica.

Aquests tipus de falles fan que una part petita -però no menyspreable- dels contactes entre el Triàsic i els materials suprajacents es faci mitjançant un contacte tectònic poc inclinat. Cal, també, assenyalar que el contacte entre el Keuper i el Juràssic suprajacent ha servit, a diversos llocs, com a pla de lliscament més o menys local, cosa que ha produït que deixés de ser un contacte normal i passés a estar tectonitzat.

En altres indrets -com per exemple a pràcticament tota la vora sud dels afloraments triàsics que van de Villahermosa a L'Alcora, el contacte entre els materials triàsics i els juràssico-cretacis es fa mitjançant una falla redreçada (FIG. 4.37; FIG. 4.38, tall A) de qualsevol de les dues famílies que he descrit abans.

Cap al mordest de l'Àrea Meridional -regió de Rubielos de Mora-Alcalá de la Selva- les falles normals que afecten la cobertura juràssico-cretàcia són redreçades -no n'hi ha de geometria lístrica- i el seu salt poques vegades ultrapassa algunes desenes de metres. Cap al nord-est la importància d'aquesta fracturació normal va disminuint progressivament fins a desaparèixer als voltants d'Allepuz.

En un treball recent DINARES (1987) ha observat la presència d'encavalcaments tant als materials triàsics --aflorament al sud-est de Villahermosa-- com en juràssico-cretacis --a l'est d'Argelita--.

4.1.3.6.3: Recapitulació.

Com a resum de l'estructura d'aquesta àrea i fent relació a les interpretacions dels treballs anteriors, pot dir-se:

a) Els afloraments triàsics més septentrionals -Monteagudo del Castillo-Alcalá de la Selva- són al nucli d'anticlinals molt tancats, i els materials del Keuper han jugat com un nivell de desenganxament; tot i haver-hi una certa acumulació de materials plàstics al seu nucli, no pot parlar-se de diapirisme pròpiament.

b) Als afloraments triàsics de Llucena i de Cirat-Fanzara no s'observen estructures importants que facin pensar en fenòmens de diapirisme ni en extrusions. La major part de la superfície que ocupen els afloraments triàsics correspon a l'alternança de materials calcàreo-dolomítics i margosos del Muschelkalk, dins el qual no s'observa cap nivell de desenganxament important. En alguns llocs -per exemple entre Toga i Argelita (FIG. 4.37, punt b) s'observa la continuïtat estratigràfica des del sostre del Buntsandstein fins al Keuper.

c) El contacte entre el Triàsic i els materials suprajacents correspon -en la major part de la seva extensió- a la discordança de la base de la fàcies Weald. Només localment és deguda a falles poc inclinades -on sempre els materials juràssico-cretacis es troben al llavi superior- o a falles més redreçades.

d) Encara que sembla que la densitat de la fracturació als materials juràssico-cretacis és més gran que als materials triàsics, les direccions de falles que afecten ambdós són les mateixes, i pot observar-se com algunes falles afecten tant el Triàsic com el Juràssic o el Cretaci. Potser que l'aparent major densitat en els materials més superiors sigui deguda a que és més fàcil posar-hi en evidència les falles, a causa de la més gran varietat litològica.

e) L'estructura dels materials del Muschelkalk no és "caòtica" en cap dels seus nivells. En cap cas s'observa que materials margosos de Muschelkalk perforin les barres calcàries superiors i es barrejin amb els materials del Keuper.

f) Les acumulacions locals del guixos del Keuper -que es troben sobretot als voltants de Llucena- són fossilitzades pels materials de fàcies Weald; la seva acumulació és, doncs, intramesozoica i no producte d'un diapirisme terciari.

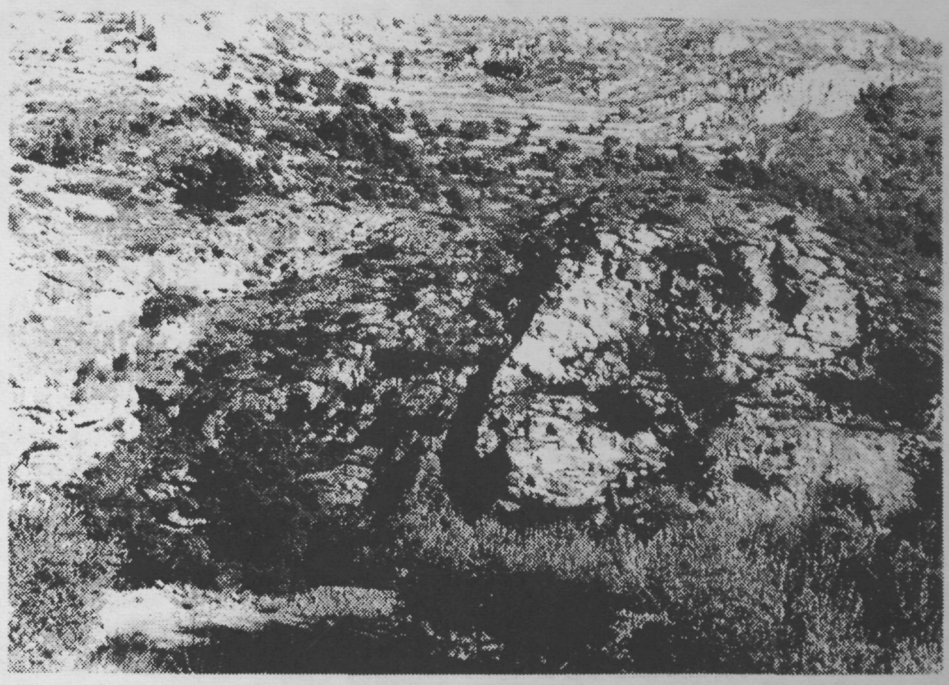
g) Així, doncs, pot clonclore's la no existència de fenòmens extrusius ni diapírics a l'àrea de Llucena-Cirat, ni durant la compressió paleògena ni durant la dispensió neògena. Per tant, els afloraments triàsics del nord de la Serra d'Espadà, no s'han d'assimilar als que en àrees més

FIGURA 4.41:

A: Falla normal entre el Buntsandstein (B) i el Muschelkalk (M) al sudest de Lluçena.

B: Falla normal dins els materials del Cretaci inferior entre Villahermosa i el Castillo de Villamalefa.

C: Falles normals conjugades entre Lluçena i el barranc del Salt del Cavall.



A



B



C

meridionals (ORTI CABO, 1981) tenen una estructura clarament diapírica.

h) La desaparició brusca de tota la sèrie juràssica -de l'ordre de 250 m- en distàncies de pocs centenars de metres -a vegades de desenes de metres-, conjuntament amb la disposició discordant dels materials de fàcies Weald sobre diferents nivells (Juràssic, Keuper i Muschelkalk), indica l'existència d'una etapa de fracturació postjuràssica i preweald. La geometria d'aquestes fractures seria similar a les formades durant la distensió neògena, i es confondrien amb elles.

i) No hi ha cap criteri ni macrostructural ni mesostructural en funció del qual es puguin diferenciar les estructures distensives que afecten el Mesozoic de l'àrea meridional de les responsables de la formació de la cubeta de Ribesalbes. Pot pensar-se que són sincròniques.

E

W

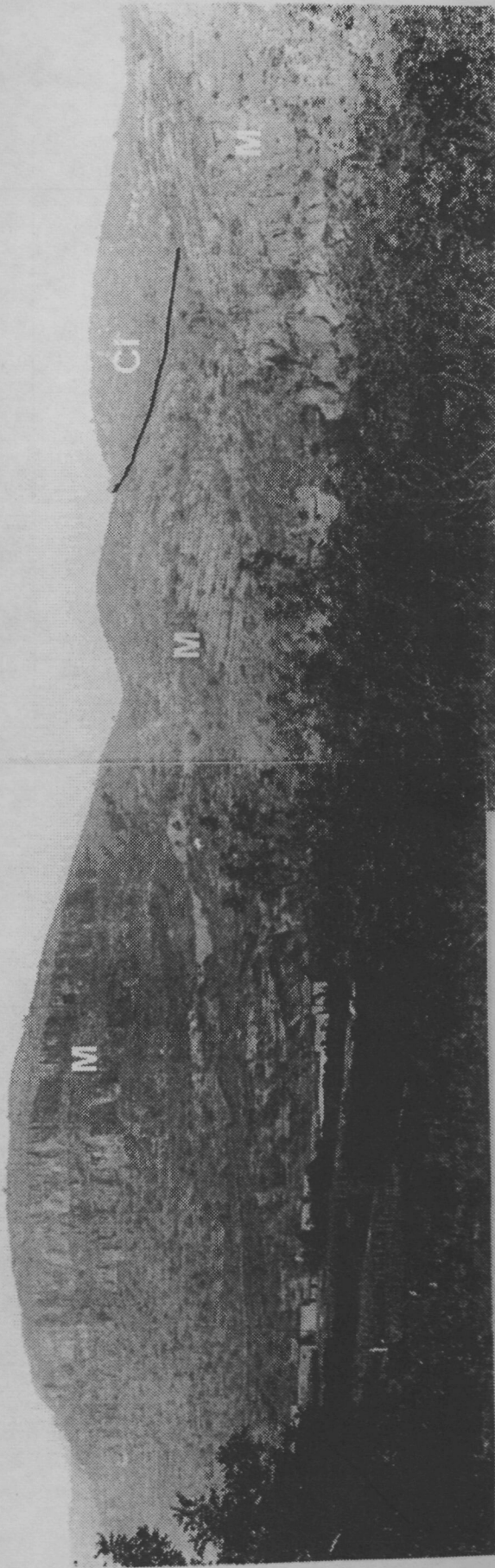


FIGURA 4.42:

Contacte subtractiu entre materials de Cretaci inferior (CI) i del Muschelkalk (M). Vegeu-ne la localització a la FIG. 4.37, punt d.

MONTALBAN/ OLIETE/ CUEVAS DE CAÑART	OLIETE/ AIGUAVIVA	ZONA D'ENLLAÇ	SERRALADA COSTANERA CATALANA			PIRINEUS ORIENTALS		
			SUD	CENTRE	NORD			
T ₆	LUTITES I CALCARIES DE LOS MONTALBOS	LOS MONEGROS	SISTEMA DE MATARRANYA- GUADALOPE	SISTEMA DE SCALA DEI	ARTÉS	SOLSONA	SUPERIOR	MIOCÈ
T ₅							MITJÀ	
T ₄ + T ₃	COMPLEX DE MONTRIG- ALCORISA- AIGUAVIVA						INFERIOR	
T ₂	LUTITES GRESOS D'ANDORRA	UNITAT DE CALANDA FONDESPATLA	GRUP DE CORNUDELLA	PONTILS	MONTSERRAT + ST LLORENÇ	MILANY	INFERIOR	OLIGOCÈ
							PRIABONIÀ	
							BARTONIÀ	EOCÈ
							LUTECIÀ	
							CUISIÀ	
							ILERDIÀ	
							CADÍ	
							ORPÍ	
T ₁	NIVELL DE	"BULIMUS" CAPES ROGES DEL PINELL DEBRAI	MEDIONA	"GARUMNIÀ"	PALEOCÈ CRETACI TERMINAL			

FIGURA 4.43:

Esquema de les relacions espacials i temporals entre les principals unitats diferenciades pels diversos autors esmentats al text.

4.2.- DIPOSITIS SINCOMPRESSIUS

4.2.1. LA CONCA DE L'EBRE

Es una conca d'avantpaís relacionada principalment amb l'evolució de l'orogen pirinenc (PUIGDEFABREGAS, MUÑOZ i MARZO, 1986) però que en els marges meridionals oposats a aquest -Serralada Ibèrica, Zona d'Enllaç i Serralada Costanera Catalana- ha sofert deformacions importants, raó per la qual pot considerar-se una conca molàssica comuna a totes les unitats desenvolupades durant la compressió alpina que l'envolten. El Pirineu va ser el marge tectònicament actiu més important i començà a ser deformat abans que els marges més meridionals, que no ho van fer fins entrat l'Eocè.

Es una conca asimètrica en la que els solcs sedimentaris principals es localitzen al nord, amb potències de sediments de 3000 fins a 5000 m (RIBA i REGUANT, 1983). L'evolució d'aquests solcs principals va ser fortament condicionada pels moviments de les diverses unitats al·lòctones pirinenques, que actualment els recobreixen (SEGURET, 1970; SOLE SUGRAÑES, 1978; MUÑOZ, MARTINEZ i VERGES, 1986).

La sedimentació a la conca tingué lloc des del Paleocè fins al Miocè. El Paleogen aflora principalment al nord i a l'est de la conca, mentre el Neògen ho fa a l'oest i al

centre. Durant aquest període es van produir una gran varietat d'ambients sedimentaris, des de marins profunds fins a no marins al.luvials, fluvials o lacustres (ANADON, 1978; COLOMBO, 1980; CABRERA, 1983; ANADON, CABRERA, GUIMERA et al., 1985; CABRERA i SAEZ, 1987; RIBA i REGUANT, 1983).

La conca va prendre la seva identitat actual durant l'Oligocè, coincidint amb les fases tardanes d'emplaçament de les unitats al.lòctones sudpirinenques i amb la generalització de l'activitat tectònica als marges meridionals (CABRERA i COLOMBO, 1986).

La FIG. 4.43 mostra les relacions entre les principals unitats a què faré referència en aquest capítol.

4.2.1.1.- La vora de la Conca de l'Ebre amb la Serralada Costanera Catalana (FIG. 4.43).

Als marges meridionals només hi hagué sedimentació marina durant l'Eocè, restringida a la meitat nord de la vora amb la Serralada Costanera Catalana: transgressions ilerdiana-cuisiana i luteciana-priaboniana. Tots els altres sediments són no marins.

Durant el Paleocè superior i durant l'Eocè més inferior, a la vora amb la Serralada Ibèrica van sedimentar-se predominantment materials fins, en general en ambients de planes lutítiques amb llacs (Fm de La Salut, Grup de Pontils, Unitat de Cornudella i Unitat de Calanda-Fondespatla). Només hi ha materials marins a la part central de la vora amb la Serralada Costanera Catalana (Fm d'Orpí) i, immediatament al nord, s'intercalen els primers materials detrítics grollers que indiquen l'inici de l'activitat tectònica a l'extrem nord-est de l'àrea estudiada --Fms de bretxes del Cairat i de Can Ferrers (ANADON, 1978)--, amb una edat de l'Ilerdià-Cuisià basal (ANADON, CABRERA, GUIMERA et al., 1985). Els materials que se sedimenten ho fan adaptant-se a les irregularitats del substrat preterciari.

A partir de l'Eocè inicial i fins a l'Eocè mitjà (Cuisià a Bartonian inicial) es va generalitzar la

sedimentació de materials grollers tot al llarg de la falla del Vallès-Penedès (conglomerats de Sant Llorenç i de Montserrat), mentre en les zones més meridionals de la vora amb la Serralada Costanera Catalana continuava la sedimentació de materials més fins (Grups de Pontils i de Cornudella). Aquests conglomerats, a l'interior dels quals es desenvolupen discordances sintectòniques (ANADON, MARZO i PUIGDEFABREGAS, 1985), indiquen l'activitat tectònica de la falla del Vallès-Penedès, l'emplaçament de les escates de materials paleozoics (Les Pedritxes, Els Brucs, etc).

Durant l'Eocè mitjà-superior (Bartonià superior-Priabonià) va començar la "transgressió biarritziana", que produí la sedimentació de materials d'origen marí en al meitat nord de la vora amb la Serralada Costanera Catalana. Va continuar la sedimentació de materials grollers arran de la falla del Vallès Penedès (conglomerats de Sant Llorenç i de Montserrat). A l'extrem nord-est de la banda deformada de la Serra de Miramar --falla del Camp-- es va produir la sedimentació dels conglomerats de Sant Miquel del Montclar, dins els quals es va formar una discordança progressiva durant el Priabonià mitjà i superior (ANADON, CABRERA, COLOMBO *et al.*, 1986). Va començar, també, la sedimentació del Sistema de Scala Dei, a l'àrea actualment ocupada per les Serres de Cavalls-Pàndols i del Montsant --falla d'Ulldemolins-Gandesa--; són sediments que indiquen una àrea font més cap al sud-est d'aquestes serres --segons CABRERA i COLOMBO (1986) la part inferior dels conglomerats del Montsant seria conseqüència de l'emplaçament dels encavalcaments de Llaberia, a la part oriental de l'encavalcament de Paüls-Pratdip--.

Durant l'Oligocè inicial va disminuir fortament la sedimentació de materials grollers a prop de les falles del Vallès-Penedès i del Camp, o no se n'ha conservat el registre: solament es conserven els materials de la part més alta dels conglomerats de Montserrat; en la meitat nord -i més cap a l'interior de la conca- se sedimentaren els materials de la Fm d'Artès -en ambients més distals-. Tot al llarg de la falla d'Ulldemolins-Gandesa es produí l'aixecament de l'anticlinori de Cavalls-Pàndols i la formació de la flexió del Montsant; conseqüència d'aquest procés va ser la sedimentació de la major part del Sistema de Scala Dei, que arriba fins a l'Oligocè superior.

A la meitat septentrional de la vora de la Conca de l'Ebre amb la Serralada Costanera Catalana, ja he dit que no s'hi ha conservat registre sedimentari oligocè -si n'hi va haver-; fora de la Conca de l'Ebre, a l'extrem nord-est de la falla del Vallès-Penedès -àrea de Campins, a l'interior de l'actual fossa del Penedès- hi ha dipòsits d'edat oligocena --estampiana-- plegats i encavalcats per materials paleozoics de la banda deformada del Vallès-Penedès (FONTBOTE, 1954; ANADON i VILLALTA, 1975).

4.2.1.2.- La vora de la Conca de l'Ebre amb la Zona d'Enllaç i amb la Serralada Ibèrica. (FIG. 4.43).

Els encavalcaments frontals de la Zona d'Enllaç, encavalquen les unitats meridionals de la Serralada Costanera Catalana i, al sud d'Horta de Sant Joan, entren en contacte amb la Conca de l'Ebre. El sistema deposicional de Scala Dei que, com acabem de veure, està estretament lligat amb la banda deformada de les Serres de Cavalls-Pàndols i del Montsant, es continua fins al nucli de la virgació, tot reduint d'una manera molt important la seva expansió cap a l'interior de la conca (CABRERA, 1983).

Estretament controlat per l'estructuració de la Zona d'Enllaç es desenvolupà al sud de la Conca de l'Ebre el Sistema Matarranya-Guadalope, fortament expansiu cap al nord (CABRERA, 1983). Aquest sistema és interpretat per aquest autor com un dispositiu de ventalls al·luvials en el que el trànsit cap a les zones mitjanes i distals es resol amb la implantació d'una extensa xarxa fluvial que s'estén fins a 50 Km cap a l'interior de la conca.

Els dipòsits de les àrees proximals d'aquest sistema estarien representats per la unitat de Conglomerats de Tactavins -al nucli de la virgació oriental-, el seu cinturó fluvial correspondria a la Fm de Casp i els dipòsits marginals del sistema serien les unitats de La Codonyera i de La Portellada (CABRERA, 1983).

L'inici, almenys parcial, de la deposició d'aquest sistema fou a l'Oligocè inferior i es va prolongar amb certesa fins al límit o la part més inferior de l'Aquitanià

(CABRERA, 1983). Segons aquest autor, la fase d'expansió del sistema sembla haver coincidit amb la retracció de les fàcies mitjanes-proximals del Sistema de Scala Dei al sector sudoest de la Serralada Costanera Catalana i al sector on aquest sistema entra en contacte amb els encavalcaments frontals de la Zona d'Enllaç -al sudoest d'Horta de Sant Joan-.

Aquest autor conclou que "El decalaje cronológico observado en las fases de actuación de los sistemas deposicionales terrígenos de Scala Dei y Matarranya-Guadalope (si no con certeza en las fases intermedias, sí muy plausiblemente en las fases inicial del primero y final del segundo) implica la existencia de una diferenciación correlativa de los procesos de evolución estructural que condicionaron la de los dispositivos sedimentarios." (CABRERA, 1983, p. 124), i proposa una evolució dinàmica del marge sud de la Conca de l'Ebre, en la seva vora amb el sudoest de la Serralada Costanera Catalana i amb la Zona d'Enllaç, en quatre fases:

- (1 Inici de l'activitat tectònica amb la deposició del Sistema Scala Dei a partir de l'Eocè mitjà-superior i del Sistema Matarranya-Guadalope a partir de l'Oligocè inferior i superior més baix.
- (2 Expansió dels llacs des de l'interior de la conca cap al sud -retracció dels dos sistemes deposicionals anteriors-
- 3) Expansió cap al nord de les planes lutítiques distals del Sistema Matarranya-Guadalope, possiblement relacionades amb l'activació, durant l'Oligocè superior més alt dels accidents E-W i NW-SE de la Zona d'Enllaç i de la Serralada Ibèrica.
- 4) Nova expansió dels llacs cap al sud (unitat de Torrent de Cinca, Sistema deposicional de Los Monegros), que indica una disminució de l'activitat tectònica.

4.2.2.- CUBETES INTERIORS DE LA SERRALADA IBERICA I DE LA ZONA D'ENLLAÇ.

Com ja hem vist a l'apartat 4.1.2.1 i 4.1.3.1.6, al sud de la Conca de l'Ebre i a l'interior de la Serralada Ibèrica i de la Zona d'Enllaç hi ha un seguit d'afloraments de materials terciaris que tenen una estructura en cubeta sinclinal més o menys complexa. Els més importants són, les cubetes de Montalbán i d'Oliete-Alcorisa (també coneguda com cubeta d'Alloza) a la Serralada Ibèrica i les d'Hinojosa de Jarque, Las Cuevas de Cañart, Bordón i Aiguaviva a la Zona d'Enllaç.

De les descripcions fetes en aquells apartats se'n resumeix la divisió dels materials terciaris en dues grans unitats: una unitat inferior formada pels materials pre i sincompressius -respecte als encavalcaments i les macrostructures de plegament-, i una de posterior, formada pels materials no afectats per aquests macrostructures (MAPA 1, en el que la distinció entre les dues grans unitats terciàries està basada en els fulls geològics 1:50.000 publicats per l'I.G.M.E.).

El límit entre ambdues unitats és, sovint, net: mentre els materials de la unitat inferior estan deformats, els de la superior descansen discordants horitzontalment sobre totes les estructures. En altres casos el trànsit entre ambdues unitats és gradual, per atenuació progressiva de la deformació.

Ja he descrit als capítols esmentats anteriorment les diferents grans unitats distingides pels diversos autors que han estudiat aquestes cubetes; tot seguit faré una referència a les unitats d'entitat més reduïda i als diferents criteris de datació i correlació que han estat emprats.

4.2.2.1.- Unitats sedimentàries definides a les diverses cubetes interiors. (FIG. 4.43).

ANADON, CABRERA, CALVET et al. (1983) i ANADON, CABRERA, COLOMBO et al. (1986) distingeixen a la cubeta d'Oliete-Alcorisa quatre unitats terciàries que, en part, són extensibles a les cubetes d'Aiguaviva, Las Cuevas de Cañart i Bordón. Aquestes unitats són:

- 1) **Nivell de "Bulimus"**, format per lutites roges, caliches i gresos que atribueixen al Paleocè superior (Tanetià)-Eocè basal (?).
- 2) **Lutites i gresos d'Andorra** (Eocè inferior-Oligocè mitjà ?). Localment poden ser molt conglomeràtics i atènyer fins a més de 600 m. Es troben també a les cubetes d'Aiguaviva --unitat de Calanda-Fondespatla de CABRERA (1983)-- i de las Cuevas de Cañart. A la cubeta de Bordón diferencien la unitat de **Conglomerats, gresos i lutites d'Olocau-Bordón**, que equivaldrien probablement a la part superior de la unitat de Lutites i gresos d'Andorra, i li atribueixen una edat de l'Eocè superior-Oligocè mitjà (?).
- 3) **Complex de Montroig-Aiguaviva-Alcorisa** (Oligocè mitjà-superior a Miocè inferior). Format per conglomerats, gresos, lutites i guixos. Al seu interior es troba el jaciment del Mas de la Matas, que dona una edat de l'Oligocè superior (AGUSTI, GIBERT i MOYA-SOLA, 1983), més moderna que la del jaciment de Montalbán. Els nivells més baixos d'aquesta unitat estan localment en concordança aparent sobre els materials paleògens infrajacentes però, a les vores de les conques i en els contactes amb les macrostructures que afecten la cubeta d'Oliete-Alcorisa, presenten discordances angulars; s'agrupen, doncs, materials clarament sintectònics, encara que els nivells més alts de la unitat són posttectònics. Afloren a les àrees de Oliete-Alcorisa, Montroig-Aiguaviva, Las Cuevas de Cañart i Santolea-La Balma-Luco de Bordón. Es correspon, almenys en bona part, amb el Sistema de Matarranya-Guadalope de CABRERA (1983).
- 4) **Lutites i calcàries de los Montalbos**, a la part superior de les quals s'han trobat restes de vertebrats que donen una edat de l'Astaracià-Vallesià (AGUSTI, GIBERT i MOYA-SOLA,

1983), que ha dut ANADON, CABRERA, CALVET et al. (1983) a suposar una edat del Miocè inferior-mitjà per aquesta unitat.

ADROVER, FEIST, HUGUENEY et al. (1982) distingeixen cinc unitats estratigràfiques a la cubeta de Montalbán -en bona part ja fora de l'àrea estudiada- i resumeixen els resultats de les troballes paleontològiques que s'hi han fet. Les unitats detrítiques continentals comencen, al flanc sudoest de l'anticlinal de Montalbán, al Campanià-Maastrichtià (jaciment de Fonfria); la resta de jaciments trobats en materials afectats per les macrostructures compressives són ja d'edat oligocena: Oligocè inferior al jaciment del Barranco de la Calera (calcàries amb caròfits), Estampià mitjà al jaciment clàssic de Montalbán; Oligocè superior (Cattià) als jaciments de Vivel del Río i de Villanueva del Rebollar --inclosos dins la unitat que anomenen **quarsites de la Sierra Pelarda**--. Els jaciments situats dins dels materials posttectònics indiquen ja una edat de l'Agenià-Aragonià (Cosa i Navarete); el jaciment de Cosa es troba dins la unitat de materials tardi i posttectònics de la FIG. 4.12). D'aquests jaciments darrers, cal remarcar que aquests autors els donen dins el text una edat de l'Agenià terminal (Navarrete 1) i de l'Aragonià basal (Navarrete 2 i Cosa 1 i 2), mentre en una taula sintètica els posen tots dins l'Agenià. Conclouen que aquestes dades indiquen que el final del plegament se situa entre l'Oligocè superior i el Miocè inferior.

L'equip del Departament d'Estratigrafia de la Universitat de Saragossa ha publicat diversos treballs sobre l'estratigrafia i sedimentologia de les cubetes de Montalbán, Alloza (Oliete-Alcorisa) i Las Cuevas de Cañart (PEREZ, PARDO, VILLENA et al., 1983; PARDO, VILLENA, PEREZ et al., 1984; GONZALEZ, PARDO, VILLENA et al., 1984 i GONZALEZ, PARDO, VILLENA et al., 1985). Com a resultat d'aquests treballs estableixen sis unitats tectonosedimentàries (U.T.S) segons la definició i els criteris establerts per GARRIDO MEGIAS (1973) i MEGIAS (1982). D'aquestes unitats -que anomenen T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ i T₆- les quatre primeres corresponen als materials pre i

sincompressius i les dues darreres als postcompressius.

Aquest esquema global l'han establert aquests autors correlacionant les diferents unitats tectonosedimentàries establertes en cadascuna de les tres cubetes. El criteri que s'ha fet servir és el de les **ruptures sedimentàries**, és a dir, "cualquier cambio en las condiciones de sedimentación, en relación con variaciones de los factores externos al propio sistema de sedimentación. Queda incluido en este concepto general desde una discordancia angular hasta sus correlativas discontinuidades (disconformidades y paraconformidades) y conformidades en que solamente se manifiestan las rupturas por cambios litológicos bruscos, o bien por saltos o cambios de signo en la evolución secuencial." (PEREZ, PARDO, VILLENA et al., 1983). Dintre d'aquest criteri s'inclouen les discordances angulars sintectòniques i les discordances progressives -en el sentit de RIBA (1973)-; en les primeres és la discordança angular sintectònica la que separa dues UTS i, en la correlativa discordança progressiva sintectònica, és el límit entre l'onlap i l'offlap rotatiu qui ho marcaria; cap a l'interior, seria l'equivalent lateral d'aquest límit qui ho marcaria, amb total concordança però amb un canvi en el sentit dels cicles (A. GONZALEZ, com pers., 1986).

Les edats que suposen per les unitats tectonosedimentàries definides són: T_1 : Cretaci terminal-Paleocè, T_2 : Eocè-Oligocè basal, T_3 : Oligocè inferior, T_4 : Oligocè superior-Agenià superior, T_5 i T_6 : a partir de l'Agenià terminal. Les datacions estan fetes en funció dels jaciments trobats a les cubetes de Montalbán i d'Oliete-Alcorisa. Cal remarcar que els jaciments de Cosa i Navarrete, que ADROVER, FEIST, GINSBURG et al. (1983) situen dins de materials que consideren postcompressius, PEREZ, PARDO, VILLENA et al. (1983) els situen al sostre de la unitat T_4 i consideren que els materials que els contenen encara estan deformats per les macrostructures compressives. La unitat T_6 només la diferencien a la cubeta d'Oliete-Alcorisa (Los Montalbos).

A la cubeta d'Hinojosa de Jarque, GONZALEZ (tesi doctoral en curs) hi diferencia sis unitats tectonosedimentàries (A_1 a A_6). La unitat A_1 seria

fonamentalment pretectònica, la A₆ tardi i posttectònica i les unitats A₂ a A₅ sintectòniques.

Les unitats A₁, A₂ i A₃ afloren, principalment, a l'est de l'anticlinal de Campos i les A₄ i A₅ al nord i a l'est d'aquesta estructura. La unitat A₄ és la unitat inferior de la FIG. 4.28 i la A₅ n'és la unitat superior. Els conglomerats de la Loma de la Solana (5 de la FIG. 4.28) que es troben adossats a la vora meridional de la cubeta on aquesta té una orientació NW-SE els inclou a la base de la unitat A₆, mentre que els adossats a la vora on aquesta té orientació E-W els inclou al sostre de la unitat A₅. La part més superior dels conglomerats de Cobatillas que, al sud-est d'Aliaga es posen discordantment sobre el Mesozoic, seria ja la base de la unitat A₆.

De les tres direccions d'estructures que hi ha a la cubeta (anticlinal N 160 E de Campos y estructures E-W i NW-SE), l'anticlinal de Campos va desenvolupar-se des de la base de la unitat A₂ fins a la base de la A₅; les estructures E-W des del sostre de la A₃ o la base de la A₄ fins al sostre de la A₅ i les estructures NW-SE des del sostre de la A₄ fins a, potser, la base de la A₆ (GONZALEZ, tesi doctoral en curs).

La diferenciació que fa aquest autor dins els conglomerats de la Loma de la Solana, tot incloent els afloraments més orientals al sostre de la A₅ i la resta a la base de la A₆, no em sembla gaire encertada, tenint en compte que tots els afloraments (5 en la FIG. 4.28) presenten la mateixa disposició en onlap sobre el mesozoic de la vora sud de la cubeta i que no és evident que uns siguin superiors als altres. La suposició que les direcctrius NW-SE acabessin d'actuar una mica més tardanament que les E-W es basa en la diferenciació tot just discutida; opino que, tal com he exposat a l'apartat 4.1.3.3, el plec monoclinal que limita pel sud la cubeta va acabar d'actuar al mateix temps tan on té orientació E-W com on s'orienta NW-SE i que aquest acabament ve marcat per l'onlap dels conglomerats de la Loma de la Solana que, en funció de la classificació de GONZALEZ (tesi doctoral en curs) se situarien al límit A₅-A₆.

Pel que fa a l'inici del desenvolupament de les estructures E-W i NW-SE de la vora sud de la cubeta, l'edat

proposada per GONZALEZ (tesi doctoral en curs) s'ha d'entendre com una edat mínima, perquè enlloc no s'hi veuen en contacte amb unitats més inferiors a la A₄. De tota manera, els períodes de desenvolupament simultani de les estructures E-W amb l'anticlinal de Campos i amb les estructures NW-SE és ben clar.

El que, en la meua opinió, és força discutible, és la correlació de les unitats diferenciades en aquesta cubeta amb les que van diferenciar GONZALEZ, PARDO, VILLENA et al. (1984) a la cubeta d'Oliete-Alcorisa. GONZALEZ (tesi doctoral en curs) correlaciona les unitats A₁, A₂, A₃, A₄, A₅ i A₆, respectivament amb les unitats T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ i T₆ de GONZALEZ, PARDO, VILLENA et al. (1984). Tot seguit veurem les raons d'aquesta discrepància.

4.2.2.2.- El problema de les correlacions entre les unitats de les distintes cubetes.

Les discordances sintectòniques -progressives o angulars- es formen adjacentment a estructures que s'aixequen verticalment (anticlinal, falla subvertical, etc.), poden tenir una certa extensió lateral paral·lelament a l'estructura que les ocasiona, i poca extensió perpendicularment a ella, ja que passen ràpidament a una discordança progressiva i, aquesta, a unes capes concordants (RIBA, 1973; ANADON, CABRERA, GUIMERA et al., 1985 i ANADON, CABRERA, COLOMBO et al., 1986). Degut a què ocupen poca extensió són fàcilment esborrades per l'erosió. El que és important remarcar és que estan estretament lligades a l'estructura que les produeix, són conseqüència d'una estructura determinada, i no d'un període de deformació regional: no tots els encavalcaments i tots els plecs que es formen en una regió durant un període de deformació ho fan sincrònicament, per tant tampoc no seran necessàriament sincròniques les discordances sintectòniques que es formen lligades amb ells; cal conèixer-ne la sincronia per altres mètodes -datacions paleontològiques, per exemple-.

Dues (Montalbán i Oliete-Alcorisa) de les tres cubetes estudiades per aquests autors se situen dins la Serralada Ibèrica i al nord de la Zona d'Enllaç --que les encavalca

pel sud--, l'altra (Las Cuevas de Cañart) és dins el feix frontal de la Zona d'Enllaç; les dues primeres es troben separades per l'anticlinal amb nucli paleozoic de Montalbán, que es va desenvolupar abans que el Feix Frontal de la Zona d'Enllaç s'emplacés en la seva disposició actual. Com hem vist a l'apartat 4.1.3, els materials mesozoics de la Zona d'Enllaç encavalquen sobre els paleozoics al Puerto de las Traviesas i a La Zoma, cosa que implica que l'anticlinal de Montalbán ja ha estat erosionat fins a fer aflorar el Paleozoic del seu nucli. Les cubetes de l'interior de la Zona d'Enllaç, a partir del moment en què van emergir els encavalcaments frontals, van passar a ser piggy-back basins (segons la nomenclatura de BUTLER, 1982 aplicada per ORI i FRIEND, 1984, a les conques que es desplacen amb la làmina escavalcant sobre la que es troben); eren, per tant, cubetes quasi o totalment aïllades per l'encavalcament basal que, en emergir, les va diferenciar.

En aquestes condicions, les tres cubetes han estat aïllades entre elles durant molt bona part de la deposició dels materials que les rebleixen, i la influència en la sedimentació l'han exercida les estructures locals que s'hi desenvolupaven. El nombre de discordances progressives o sintectòniques no ha de ser necessàriament el mateix a totes les cubetes, ni s'han de produir al mateix moment. El més lògic és que se'n produeixin més a les cubetes situades a l'interior del feix frontal de la Zona d'Enllaç, perquè hi ha un nombre més gran d'estructures --principalment encavalcaments-- que actuen simultàniament i/o successivament. Sense datacions --paleontològiques, paleomagnètiques o absolutes-- és arriscat intentar correlacionar unitats que s'han diferenciat fent servir estructures que són el producte d'esdeveniments d'àmbit local.

4.2.3.- EXEMPLES DE RELACIONS ENTRE LES ESTRUCTURES I ELS DIPOSITIS TERCIARIS.

4.2.3.1.- Estructures de la Zona d'Enllaç

4.2.3.1.1.- Dipòsits de la Depressió de Móra i la seva relació amb els encavalcaments frontals de la Zona d'Enllaç i amb la Serra de Cavalls-Pàndols.

A la part meridional de la Depressió de Móra, entre les estacions de Pinell de Brai i de Benifallet (FIG. 4.18), s'observa la relació entre els encavalcaments frontals de la Zona d'Enllaç i els dipòsits terciaris de la depressió.

Els materials terciaris més inferiors són argiles laterítiques i calcàries d'edat del Cretaci terminal al Paleogen basal, sobre les que descansen els materials lutítico-conglomeràtics del grup de Cornudella; en aquests darrers la proporció de conglomerats augmenta cap al sostre i culmina amb les **bretxes de l'estació del Pinell de Brai** (TEIXELL, 1986) --que, segons ANADON, CABRERA, CALVET et al. (1983) ja pertanyen a la unitat de Scala Dei-- que són encavalcades pel Juràssic de la primera escata de la Zona d'Enllaç (FIG. 4.18: mapa i tall A). L'augment dins la unitat de Scala Dei de la proporció de conglomerats, conjuntament amb l'augment de la mida i de la disminució de l'arrodoniment dels clastos fins a donar lloc a les bretxes superiors, indica, segons (TEIXELL, 1986), un augment de l'activitat tectònica lligada al joc dels encavalcaments, fins que aquests s'emplaçarien sobre les bretxes -d'origen molt local-. Per tant els sediments conglomeràtics de la unitat de Scala Dei i les bretxes del Pinell serien resultat de l'emergència en superfície i de l'emplaçament de les escates frontals de la Zona d'Enllaç; aquest procés deuria començar durant l'Eocè superior (unitat Scala Dei) i es prolongaria com a mínim fins a l'Oligocè basal, edat atribuïda per TEIXELL (1986) a les bretxes de l'estació del Pinell de Brai.

Els **conglomerats calcaris superiors** (TEIXELL, 1986) fossilitzen els encavalcaments frontals de la Zona d'Enllaç

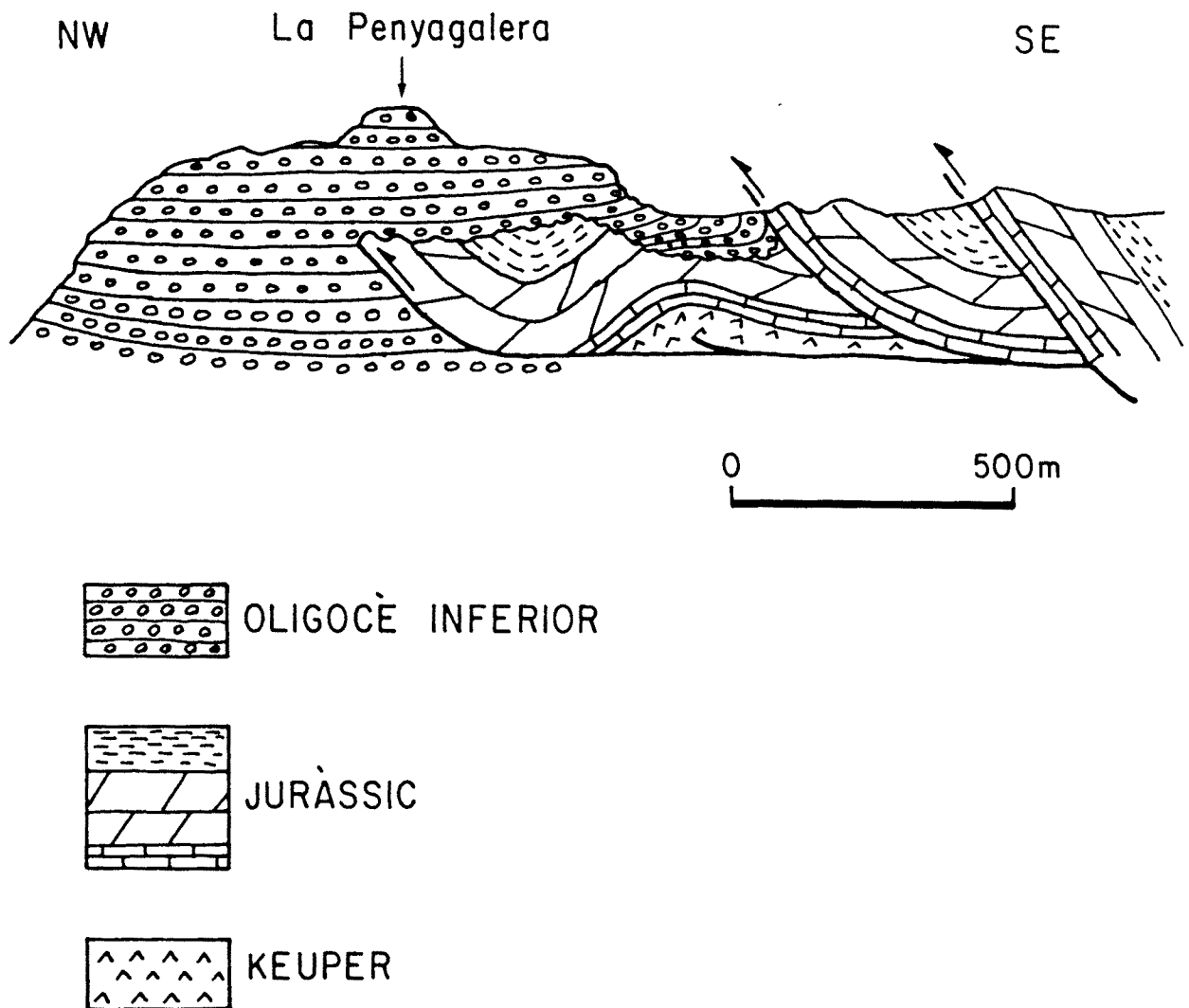


FIGURA 4.44:

Relació entre els encavalcaments del feix de Portalrubio-Vandellòs a la transversal del riu Ulldemó (NE de Beseit) i els conglomerats oligocens de la Penyalera.

i l'estructura dels materials terciaris inferiors dels voltants de l'estació del Pinell, que forma part del flanc sud-est de l'anticlinori de Cavalls-Pàndols (FIG. 4.18: mapa i tall B).

Aquests conglomerats superiors són, cap al nord-est, basculats pel flanc sud-est de l'anticlinori (FIG. 4.18: tall C) i, com va observar TEIXELL (1986) arriben a estar verticals i a estar afectats pels plecs esgraonats de l'interior de l'anticlinori de Cavalls-Pàndols; a més, el gruix d'aquests conglomerats al nucli dels sinclinals d'aquests plecs esgraonats és remarcablement més gran que als anticlinals -pot variar des de més de 100 m a menys de 20 m, respectivament-.

Cal deduir, doncs, que són posteriors als encavalcaments frontals de la Zona d'Enllaç i a una part del desenvolupament de l'anticlinori de Cavalls-Pàndols, però estan afectats pel desenvolupament més tardà d'aquest. TEIXELL (1986), a partir de la relació amb l'estructura de l'anticlinori, va suposar que aquests conglomerats superiors eren sincrònics de la part superior dels conglomerats de Puig Cavaller (Fm del Montsant, Sistema Depositional de Scala Dei) a la Conca de l'Ebre -vora nord-est de l'anticlinori-; això implicaria una edat oligocena inferior per als conglomerats calcaris superiors, ja que els conglomerats del Puig Cavaller es troben per sota del jaciment de Gandesa que pertany a la base de l'Oligocè superior (AGUSTI, ANADON, ARBIOL et al., 1985).

Com a conclusió per aquest sector, els encavalcaments del front de la Zona d'Enllaç serien d'edat eocena superior a oligocena basal, mentre el desenvolupament de l'anticlinori de Cavalls-Pàndols continuaria posteriorment, durant la resta de l'Oligocè inferior.

4.2.3.1.2- Penyalgalera-Riu Ulldemó.

Al nord-est de Beseit, al tall del riu Ulldemó, pot veure's molt bé la relació entre els conglomerats de la Penyalgalera (Fm de Montsant, Sistema de Scala Dei) i els encavalcaments més frontals de la Zona d'Enllaç.

Tal com es mostra a la FIG. 4.44, l'encavalcament més

frontal i més inferior emplaça els materials juràssics sobre els conglomerats més inferiors de la Penyalgalera, mentre que els conglomerats més superiors els fossilitzen; l'encavalcament immediatament més superior a l'anterior encavalca sobre els sediments que fossilitzen la primera escata i els deforma redreçant les capes fins a la vertical. Es un clar exemple d'encavalcaments en seqüència de bloc superior -"out of sequence"- . L'edat d'aquests conglomerats és oligocena inferior -estampiana- (CABRERA. 1983).

4.2.3.1.3- Voltants d'Herbers.

Com ja he dit abans en aquest capítol i al capítol 4.1.3.1.6, a l'oest d'Herbers els materials terciaris --del complex de Montroig-Aiguaviva-Alcorisa (ANADON, CABRERA, CALVET et al., 1983)-- de la cubeta d'Aiguaviva es disposen discordantment en "onlap" sobre l'estructura d'encavalcaments i de plecs que afecta els materials mesozoics. Als voltants d'Herbers, però, els materials terciaris immediatament inferiors als anteriors són encavalcats pels materials mesozoics.

Al barranc d'Entreflor -entre Herbers i La Pobleta (MAPA 2)- es poden observar les relacions que acabo d'esmentar (FIG. 4.45): Els materials juràssics encavalquen els conglomerats terciaris més inferiors i són fossilitzats pels més superiors. Dins els materials terciaris s'observa amb claredat una discordança progressiva sintectònica des dels conglomerats inferiors encavalcats --que arriben a disposar-se gairebé verticalment-- fins als conglomerats horitzontals, que són l'equivalent lateral dels que es troben discordantment sobre el Mesozoic; entre aquests darrers i els conglomerats més inferiors s'observa una discordança angular sintectònica --en el sentit de RIBA (1973)-- que desapareix cap al nord, on és substituïda per la discordança progressiva. Dins la discordança progressiva les capes de conglomerat tenen una geometria en tascó: augmenten de gruix cap al nord.

Aquesta disposició indica -segons el model de RIBA (1973)- una disminució de l'activitat tectònica en l'estructura amb la qual es relacionen els sediments sintectònics. Els conglomerats pertanyen, com ja he dit, al complex de Montroig-Aiguaviva-Alcorisa, i la seva edat és,

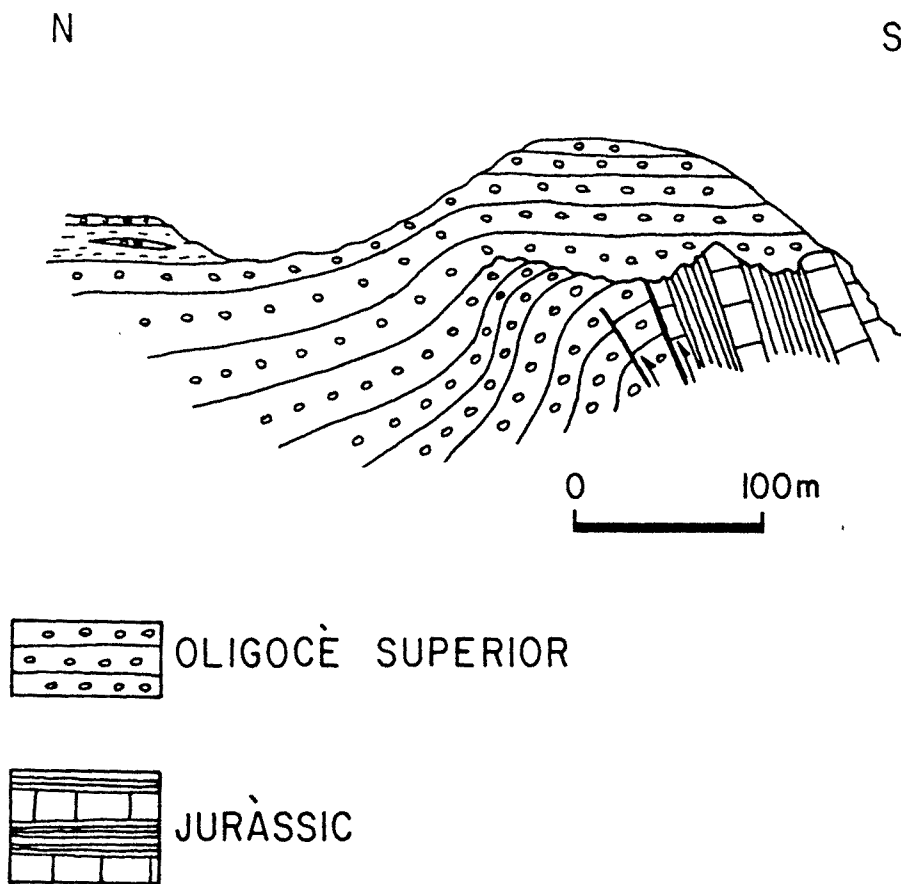


FIGURA 4.45:

Barranc d'Entreflor, al NW d'Herbers. Els materials juràssics encavalquen la part inferior dels conglomerats oligocens que fan una discordança progressiva que culmina en una discordança sintectònica dels conglomerats més superiors sobre els més inferiors i sobre els materials mesozoics. Els conglomerats discordants estan també lleugerament plegats.

com veurem al paràgraf següent, de l'Oligocè superior. Segons A. GONZALEZ (com. pers., 1987), els conglomerats superiors de l'onlap pertanyen a la unitat T₅. Aquesta geometria i aquestes relacions són, en tot, similars a les descrites a Herbers per ASHAUER i TEICHMÜLLER (1935, fig. 39).

4.2.3.1.4- Les Rases-Mas de las Matas.

Com ja he dit en descriure la cubeta d'Aiguaviva (apartat 4.1.3.1.6 i FIG. 4.30) a les Rases (prop d'Aiguaviva) s'observa també l'onlap dels materials conglomeràtics terciaris (del complex de Montroig-Aiguaviva-Alcorisa) sobre l'estructura que afecta els materials mesozoics. Els materials terciaris menys grollers que es troben damunt d'aquests conglomerats estan plegats molt lleugerament --el cabussament de les capes arriba a un màxim de 20°--; dins aquests materials, més cap al nord -als voltants de Mas de las Matas- s'han trobat restes de vertebrats que indiquen una edat oligocena superior (Arvernità superior, AGUSTI *et al.*, 1983). La major part de la deformació que afecta els materials mesozoics per sota de l'onlap n'és anterior.

4.2.3.1.5- Encavalcaments de la Muela de Montalbán i de Portalrubio.

Les relacions entre aquests encavalcaments i els sediments terciaris de la cubeta de Montalbán indiquen la sincronia entre l'emplaçament dels encavalcaments i la sedimentació dels materials terciaris més moderns que són afectats per la tectònica.

Al sudoest de Castel de Cabra (FIG. 4.46) s'observa una relació entre encavalcaments i sediments terciaris similar a la descrita al riu Ulldemó. Als dos encavalcaments de menor escala situats més cap al sud, l'inferior encavalca sobre el terciari i es fossilitza per sediments terciaris més superiors que, al seu torn, són encavalcats per l'encavalcament més superior que és, finalment, fossilitzat per les capes terciàries més superiors. L'encavalcament més important -inferior respecte als dos anteriors- no arriba a posar-se en contacte amb els sediments terciaris que

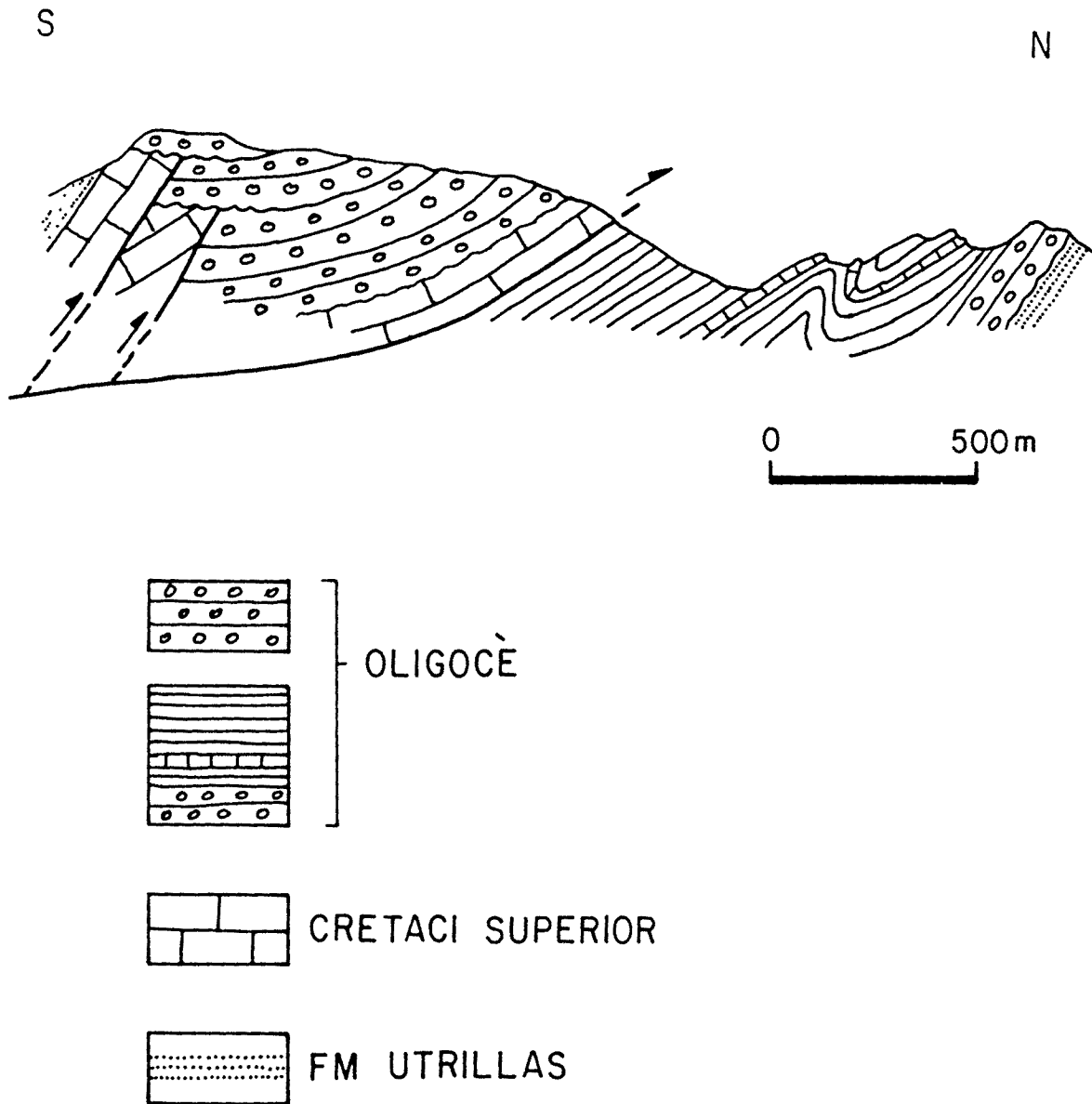


FIGURA 4.46:

Castel de Cabra; encavalcament de la Muela de Montalbán. Encavalcaments en seqüència del bloc superior (out of sequence) que encavalquen les parts més inferiors del conglomerats i en són fossilitzats succesivament per les més superiors.

fossilitzen els encavalcaments més petits, i no pot dir-se si n'és fossilitzat o els afecta.

Segons PEREZ, PARDO, VILLENA et al. (1983) els materials terciaris encavalcats, tant a Castel de Cabra com al sud de Fuenferrada, pertanyen a la unitat T₃ (Oligocè inferior). Els materials més recents afectats per l'encavalcament de la Muela de Montalbán són, segons aquest autors, de la unitat T₄ (Oligocè superior).

4.2.3.1.6- Cubeta d'Hinojosa de Jarque.

Ja he descrit la presència en la part occidental d'aquesta cubeta (apartat 4.1.3.1.6, FIG. 4.28) de dues grans unitats amb diferents relacions amb les macrostructures compressives:

- 1) Una d'inferior afectada per igual per plecs N-S i E-W que, en part de la seva extensió, queda inclosa dins el nucli de la virgació occidental i la morfologia de les interferències d'aquests plecs indiquen que són el resultat d'escurçament horitzontal en totes direccions simultàniament. A la part baixa d'aquesta unitat, al flanc est de l'anticlinal de Campos (MAPA 3), hi ha una discordança progressiva que divideix la base més lutítica de la resta de la unitat, més conglomeràtica.
- 2) Una de superior que reposa discordantment sobre la inferior (FIGS. 4.28 i 4.47). Els seus materials només són lleument basculats pel flanc oest de l'anticlinal de Campos, però arriben a posar-se verticals a la vora sud de la cubeta, que passa sense solució de continuïtat de tenir una orientació N 080 E a l'est a N 120 E cap a l'oest. A tota la vora sud, la part superior d'aquesta unitat està progressivament menys basculada fins que els seus materials reposen discordantment mitjançant una disposició en onlap sobre el mesozoic vertical que limita pel sud la cubeta, i passen insensiblement cap amunt als materials postcompressius (FIG. 4.29).

L'única dada paleontològica dels materials terciaris de la cubeta és la presència (ADROVER, FEIST, GINSBURG et al., 1983) a unes calcàries prop de la base de la unitat superior (vegeu la llegenda del mapa de la FIG. 4.28) de Chara notata

que, segons aquests autors, pertany a l'Oligocè terminal i a l'Aquitanià.

4.2.3.1.7-Nord d'Alpeñés.

Al nord d'Alpeñés (com hem vist a l'apartat 4.1.2.1.4, FIG. 4.12) els materials terciaris horitzontals, que fossilitzen l'extrem oest de l'encavalcament de Portalrubio, són afectats per una falla orientada N 160 E, i arriben a cabussar 80° en contacte amb ella. Aquesta falla ja hem vist que en algun moment de la seva història ha actuat com a falla dextra; resta indeterminat si aquest desplaçament predominantment dextre va ser el causant del basculament de les capes terciàries, però no es pot descartar aquesta possibilitat.

Aquests sediments terciaris afectats per la falla pertanyen clarament als que, en tota la regió estudiada, he anomenat sediments postcompressius. Es dins d'aquesta unitat on ADROVER, FEIST, HUGUENEY *et al.* (1982) citen els jaciments de Cosa 1 i 2 i, en funció del seu contingut paleontològic, li atribueixen una edat de l'Aragonià basal. PEREZ, PARDO, VILLENA *et al.* (1983) inclouen aquests materials a la part alta de la seva unitat T₄; com acabem de veure estan afectats per la falla d'Alpeñés, però fossilitzen l'encavalcament de Portalrubio i no n'estan afectats en absolut, raó per la qual opino que s'han d'incloure dins les unitats terciàries postcompressives.

Les observacions descrites a l'apartat 4.1.2.1.4 sobre l'estructura dels voltants de Daroca --fora de la regió estudiada-- poden ajudar a interpretar l'actuació de la falla d'Alpeñés. Els encavalcaments descrits a Daroca i la falla d'Alpeñés es troben dins de la alineació que constitueix la falla d'Ateca-Castelló --definida per ALVARO, CAPOTE y VEGAS (1979)--; els encavalcaments de Daroca afecten materials d'edat aragonesa --possiblement de l'Aragonià mitjà-- (Full 1:50.000 de Daroca), i la falla d'Alpeñés sediments postcompressius que arriben, com a mínim, a l'Aragonià basal. Hem vist que els encavalcaments NW-SE de Daroca --fins i tot els que afecten l'Aragonià-- tenen un cert component dextre --que s'ha evidenciat com a dominant en l'estudi de M. COLOMER (1987)--. Tenint en compte la similitud de les edats dels materials deformats a

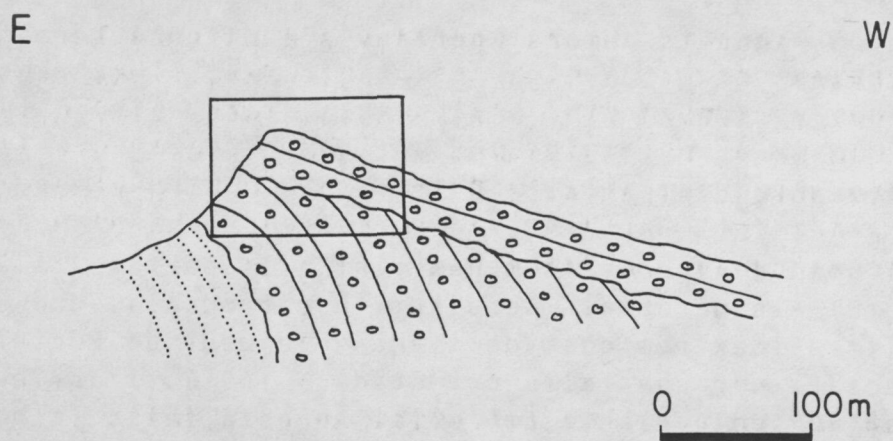


FIGURA 4.47:

La discordança entre els conglomerats de les unitats superior i inferior de la cubeta d'Hinajosa de Jarque al flanc oest de l'anticlinal de Campos. El rectangle del tall indica la localització de la foto.

Daroca i a Alpeñés, que en ambdós casos es tracta d'estructures de la mateixa orientació NW-SE i que totes dues àrees es troben dins l'alineació d'Ateca-Castelló, em sembla que no és excessivament arriscat suposar que la falla d'Alpeñés actuà com a falla direccional dextra almenys durant l'Aragonià inferior, posteriorment al darrer moviment de l'encavalcament de Portalarubio.

4.2.3.2.- Estructures de la Serralada Ibèrica

4.2.3.2.1-Montalbán.

A l'interior de la discordança progressiva de Montalbán descrita a l'apartat 4.1.2.1.3 (LAM. 1: tall XX i FIG. 4.10) s'hi troba un dels jaciments de vertebrats paleogens més importants del Terciari espanyol; els fòssils que s'hi han trobat pertanyen a l'Estampià mitjà (FALLOT i BATALLER, 1927; CRUSAFONT, 1967 i RIBA, VILLENA i MALDONADO, 1971).

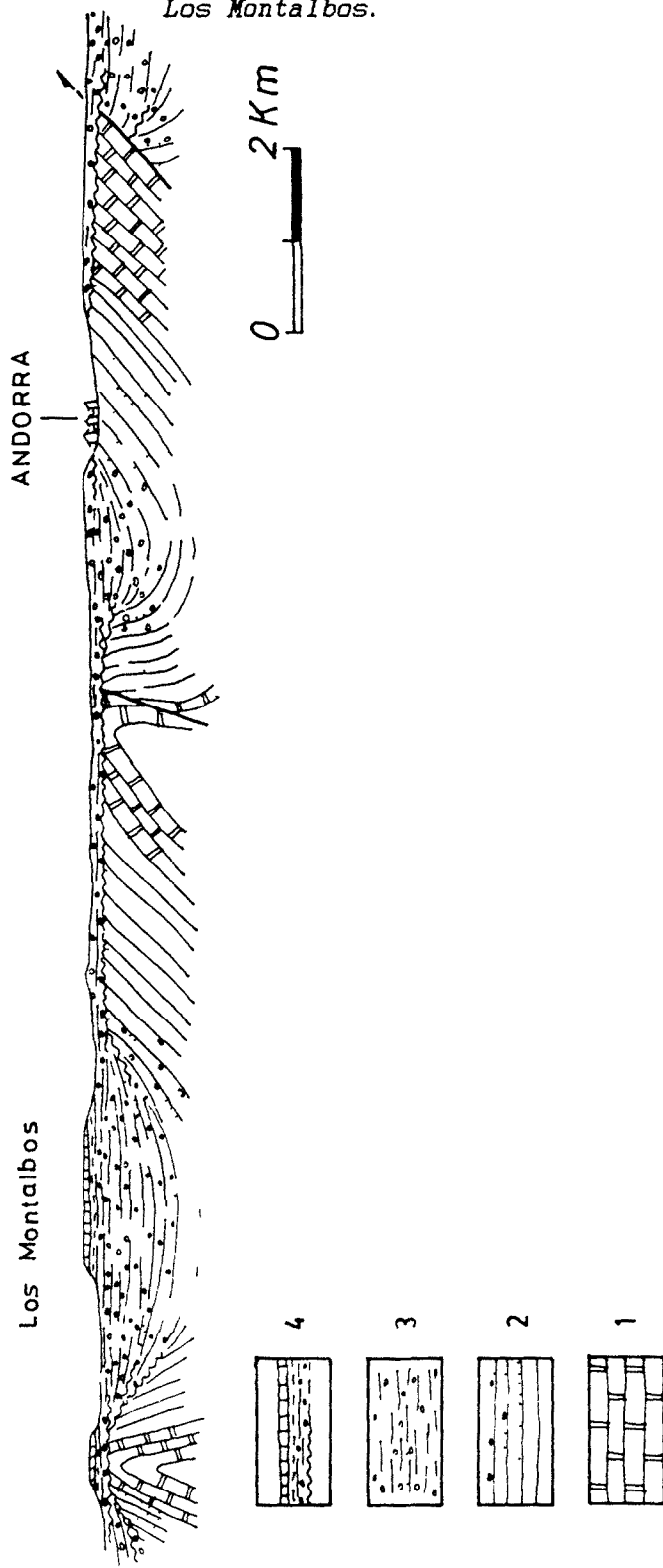
El jaciment --que PEREZ, PARDO, VILLENA et al. (1983) inclouen dins la seva unitat T₃-- se situa a la part alta de la discordança progressiva (vegeu l'asterisc de la FIG. 4.10) i, per tant, la major part del desenvolupament d'aquesta discordança n'és anterior; la discordança progressiva --que culmina en una discordança angular sintectònica-- està lligada a l'aixecament del flanc sudoest de l'anticlinal de Montalbán, d'orientació NW-SE. Els sediments que es disposen en onlap a la part alta de la discordança progressiva són, també, deformats pel flanc sudoest de l'anticlinal de Montalbán (FIG. 4.10); PEREZ, PARDO, VILLENA et al. (1983) els inclouen en la seva unitat T₄, i ADROVER, FEIST, HUGUENEY et al. (1982) els atribueixen una edat de l'Oligocè superior.

Des de Montalbán cap al sud, per damunt del termes més superiors de la discordança progressiva, continua la sèrie estratigràfica terciària amb termes progressivament més moderns; els més superiors d'aquesta sèrie són afectats per l'encavalcament de la Muela de Montalbán. Aquest encavalcament és, per tant, posterior al desenvolupament principal de l'anticlinal de Montalbán.

FIGURA 4.48:

Les unitats terciàries diferenciades a la cubeta d'Oliete-Alcorisa i la seva relació amb els plecs i encavalcaments d'orientació NW-SE (segons ANADON, CABRERA, COLOMBO *et al.* (1986).

1: Mesozoic. 2: Nivell de "Bulimus" i Lutites i Gresos d'Andorra. 3: Complex de Montraig-Aiguaviva-Alcorisa. 4: Lutites i Calcàries de Los Montalbos.



4.2.3.2.2- Oliete-Alcorisa.

La FIG. 4.48 --segons ANADON, CABRERA, CALVET et al. (1983) i ANADON, CABRERA, COLOMBO et al. (1986)-- representa les diferents unitats distingides per aquests autors i la seva relació amb les macrostructures --plecs NW-SE de la Serralada Ibèrica--.

Les unitats 1 (nivell de "Bulimus") i 2 (Lutites i Gresos d'Andorra) --a les que atribueixen unes edats que van del Paleocè superior a l'Oligocè mitjà-- presenten el mateix tipus de deformació i amb la mateixa intensitat que el Mesozoic. En els materials de la unitat 3 (Complex de Montroig-Aiguaviva-Alcorisa), la deformació s'atenua des dels nivells inferiors cap als superiors, localment pot semblar en concordança amb la unitat 2, però als flancs dels plecs i prop dels encavalcaments s'hi observen discordances angulars; al tall A de la FIG. 4.48 es veu com els materials inferiors de la unitat 3 són encavalcats pel Mesozoic, mentre els nivells més superiors el fossilitzen, tot i que en són lleugerament deformats. Els nivells més superiors d'aquesta unitat són ja clarament postcompressius; corresponen ja, en bona part, a la unitat T₅ de GONZALEZ, PARDO, VILLENA et al. (1984). Finalment la unitat 4 equival a la part superior de la T₅ i a la T₆.

4.2.4.-CONSIDERACIONS SOBRE LES EDATS DE LES DEFORMACIONS

En funció del que he exposat fins al moment de les relacions de les diverses direccions d'estructures amb els dipòsits terciaris i de les edats d'aquests materials, poden fer-se les consideracions següents:

1) A la Serralada Costanera Catalana l'edat de l'inici de la deformació varia longitudinalment des del nord-est --on va començar durant l'Ilerdià-Cuisià-- cap al sudoest --on començà durant el Biarritzià--; aquesta variació és clarament indicada per l'edat de la base de les masses conglomeràtiques depositades a les vores de la Conca de

l'Ebre: Eocè inferior-mitjà a Sant Llorenç i Montserrat (banda deformada del Vallès-Penedès); Priabonià mitjà a Sant Miquel del Montclar (banda deformada de la Serra de Miramar); Eocè inferior al Montsant i Oligocè basal al Puig Cavaller (banda deformada de Cavalls-Pàndols-El Montsant). En tota la Serralada la deformació es prolongà fins a l'Oligocè: com a mínim l'Estampià al nord (Campins) i l'Oligocè mitjà a la Serra de Cavalls-Pàndols. Durant aquest procés es van formar, localment, discordances intraterciàries al Lutecià superior i al Biarritzià (Montserrat: ANADON, COLOMBO, ESTEBAN et al., 1979), Priabonià mitjà-superior (Sant Miquel del Montclar: ANADON i MARZO, 1986) i Oligocè inferior (Montsant-Puig Cavaller: CABRERA i COLOMBO, 1986). El desplaçament cap al sudoest de l'inici de la deformació ha estat interpretat (GUIMERA, 1984 i ANADON, CABRERA, GUIMERA et al., 1985) com el resultat de l'actuació successiva de les grans falles de sòcol esgraonades de la Serralada Costanera Catalana: començarien a actuar les més septentrionals i, després, ho farien progressivament les més meridionals; com a conseqüència de la disposició esgraonada, a més d'un desplaçament longitudinal se'n produiria un desplaçament transversal de la vora de la Conca de l'Ebre amb la Serralada Costanera Catalana del sudest cap al nordoest.

2) Les dades sobre l'edat de l'inici de la deformació a la Zona d'Enllaç i al sector de la Serralada Ibèrica estudiat són molt imprecises: no hi ha constància segura de cap deformació compressiva d'edat eocena i les deformacions més antigues identificades són d'edat oligocena inferior (discordança progressiva de Montalbán i encavalcaments de la Zona d'Enllaç fossilitzats pels Conglomerats calcaris superiors de la depressió de Móra).

3) A la Zona d'Enllaç, el trànsit dels materials deformats pels plecs i els encavalcaments als indeformats és gradual: Oliete-Alcorisa, Hinojosa de Jarque, Herbers-Aiguaviva. Les datacions paleontològiques dels materials deformats més recents donen sempre edats de l'Oligocè superior o terminal; enlloc hi ha sediments d'edat clarament miocena plegats, encavalcats, en discordança progressiva o afectats "pòstumament" per plecs o encavalcaments.

4) L'edat dels encavalcaments --almenys de la fi del seu joc-- és més antiga a l'est de la Zona d'Enllaç (Oligocè

inferior-mitjà) que al centre o a l'oest (Oligocè superior-terminal). Això pot ser degut a una migració d'est a oest de l'acabament del joc dels encavalcaments o a que dins del feix frontal --fins i tot en la mateixa transversal-- no tots els encavalcaments van actuar sempre sincrònicament --un exemple en serien els encavalcaments descrits a l'Ulldemó--.

5) En el desenvolupament de diverses estructures es pot diferenciar més d'un període a partir de les seves relacions amb els materials terciaris: anticlinal de Montalbán (discordança progressiva intrastampiana i Oligocè superior afectat pel flanc sudoest del plec), anticlinal de Campos (discordança progressiva a l'interior de la unitat inferior al flanc est, la unitat inferior verticalitzada al flanc oest discordantment sobre la qual i lleugerament basculada es troba la unitat superior), anticlinori de Cavalls-Pàndols (conglomerats calcaris superiors de la depressió de Móra discordants sobre el flanc sudest de l'anticlinori però també plegats per aquest).

6) Els períodes en què van desenvolupar-se i actuar les diferents direccions d'estructures són els següents:

-Estructures NE-SW de la Serralada Costanera Catalana: de l'Eocè inferior-mitjà a l'Oligocè mitjà-superior com a mínim, amb la migració de l'inici de la deformació descrita abans.

-Estructures NW-SE de la Serralada Ibèrica i de l'oest de la Zona d'Enllaç: com a mínim durant pràcticament tot l'Oligocè.

-Estructures E-W de la Zona d'Enllaç: possiblement també durant tot l'Oligocè.

7) L'únic cas de deformacions clarament miocenes, lligades a falles de direcció NW-SE amb moviment dextre, seria la falla d'Alpeñés, al límit occidental de la Zona d'Enllaç; aquest fet és evident a Daroca, on materials de l'Aragonià (inferior-mitjà?), estan clarament afectats per encavalcaments lligats a falles de sòcol dextres-inverses. En tot cas són deformacions clarament posteriors als encavalcaments de la Zona d'Enllaç.

