

5. LES DOLOMIES I LES DESDOLOMIES DEL TITÒNIC-BERRIASIÀ

5.1. INTRODUCCIÓ

Les dolomies del Titònic-Berriasià (Juràssic superior-Cretaci inferior) a la Zona d'Enllaç i extrem sud de la Cadena Costanera Catalana es coneixen com a dolomies de la Fm. de Les Talaies. Aquestes dolomies afecten localment a les calcàries de la Fm. de Polpís, molt localment la part alta de la Fm. de Mas d'Ascla, molt extensament a les calcàries de la Fm. de Bovalar i localment a les calcàries de la Fm. de La Pleta.

Les dolomies de la Fm. de Les Talaies s'han caracteritzat petrològicament i geoquímicament a tota aquesta àrea. L'estudi d'aquestes dolomies s'ha agrupat per sectors. De cada sector se n'han estudiat les zones on les dolomies afloren de manera més clara i on la geometria dels cossos dolomítics és més fàcilment identificable.

Els sectors estudiats són els denominats com: la Salzedella, l'alt Maestrat, Bovalar, el Maestrat Occidental, el Turmell-Ports de Beseit i Cadenes Costaneres Catalanes (Figura 5.1).

5.2. SECTOR DE LA SALZEDELLA

El sector de la Salzedella forma part de la subconca de La Salzedella, una de les set subconques que es van diferenciar i individualitzar durant l'etapa de rift del Juràssic superior-Cretaci inferior (Oxfordià terminal-Albià mitjà) a la Conca del Maestrat (Cadena Ibèrica oriental) (Figura 5.2A i 5.2B). Durant aquesta etapa de rift la subconca de La Salzedella va actuar com a depocentre de la Conca del Maestrat acumulant una potència de fins a 4.300 m de sediments carbonatats marins. L'estratigrafia dels materials sinrift del Juràssic superior-Cretaci basal del sector (de fins a 1800 m d'espessor) està formada per materials des de l'Oxfordià terminal fins a la part alta del Berriasià superior. El registre Juràssic superior-Cretaci inferior està format (Salas, 1989; Aurell, 1991; Aurell *et al.*, 1994; Salas *et al.*, 1997) per la seqüència kimmeridgiana (J9) i la macroseqüència titònica-berriasià (J10) (Salas, 1987). La seqüència kimmeridgiana està constituïda per fàcies de calcàries micrítiques i montículs d'esponges (Fm. de Polpís) i margues de conca amb episodis anòxics (Fm. del Mas d'Ascla). Aquesta darrera formació presenta a sostre una recurrència litològica de fàcies carbonatades micrítiques molt similars a les de la Fm. de Polpís (Titònic basal, zona d'*hybonotum*). La macroseqüència del Titònic-Berriasià es caracteritza per bancs oolítics-bioclàstics (Fm. de Bovalar i Mb. Encaro) disposats en seqüències de somerització, fins a un total de 925 m d'espessor (Salas, 1989). Generalment la part baixa d'aquesta formació ha estat localment dolomititzada (fins a 120 m d'espessor) i posteriorment les dolomies han estat parcial o totalment desdolomititzades. Les dolomies que han afecten la Fm. de Bovalar han estat descrites per Salas (1987) com a dolomies de la Fm. de Les Talaies (Figura 5.3 i Figura 5.4).

L'estudi de les roques dolomítiques en el sector de la Salzedella es centra a les zones d'Alcalà de Xivert, la Muntanya de Sant Josep, la Muntanya de les Talaies i La Salzedella-Santa Magdalena.

La zona d'Alcalà de Xivert està situada aproximadament a un quilòmetre al nord de la població d'Alcalà de Xivert, en el camí que condueix a la muntanya del Mas d'Ascla.

La zona de la Muntanya de Sant Josep està situada a l'est de la població de La Salzedella. S'hi accedeix per la carretera que porta fins a Santa Magdalena de Polpís.

D'aquesta zona s'han estudiat les dolomies que afloren al Barranc de la Font d'en Segués i a la carretera que porta a l'Ermita de Sant Josep (447736N/26238E).

La zona de les Talaies està situada entre les localitats de La Salzedella i Santa Magdalena de Polpís. Les dolomies de la zona de les Talaies s'ha estudiat en dos punts, el de la Muntanya de les Talaies (4476,28N/26346E), al peu de la carretera que uneix les dues poblacions i el del Barranc de les Talaies, al camí que porta al Mas d'Ascla.

El cos dolomític de la zona de La Salzedella-Santa Magdalena de Polpís està situat al km. 9 de la carretera que uneix aquestes dues poblacions.

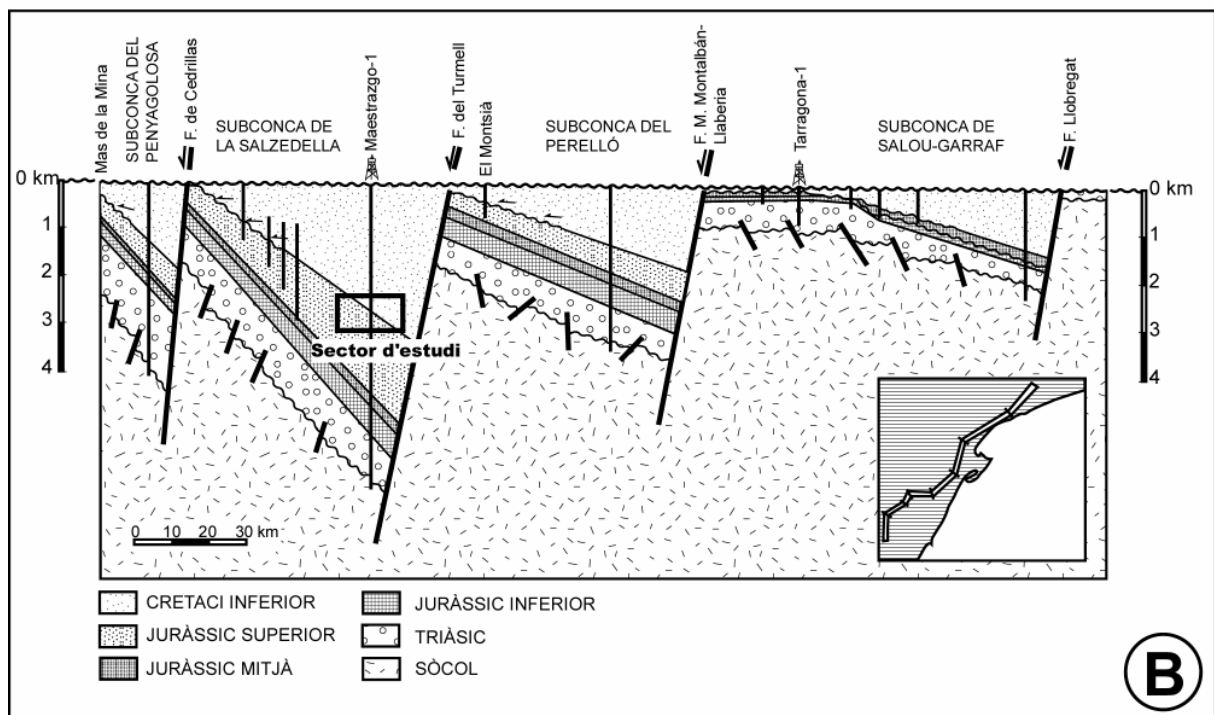
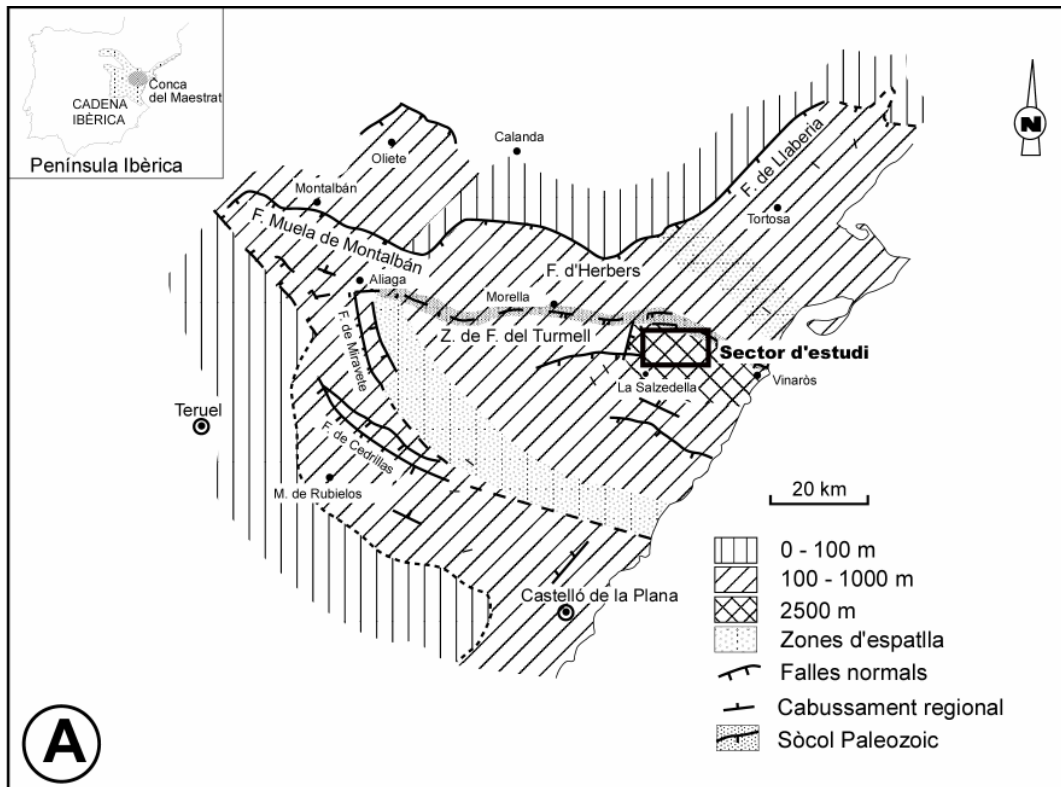


Figura 5.2. A. Situació geològica del sector de La Salzedella dins la conca del Maestrat, en el mapa paleogeogràfic de la conca durant l'estadi de rift del Juràssic superior-Cretaci inferior (Salas *et al.*, 2000). B. Secció restituïda de direcció NE-SW del Permià superior-Albià mig de la conca del Maestrat i Garraf, amb les principals subconques i zones de falla. Situació del sector estudiat. (Salas *et al.*, 2000).

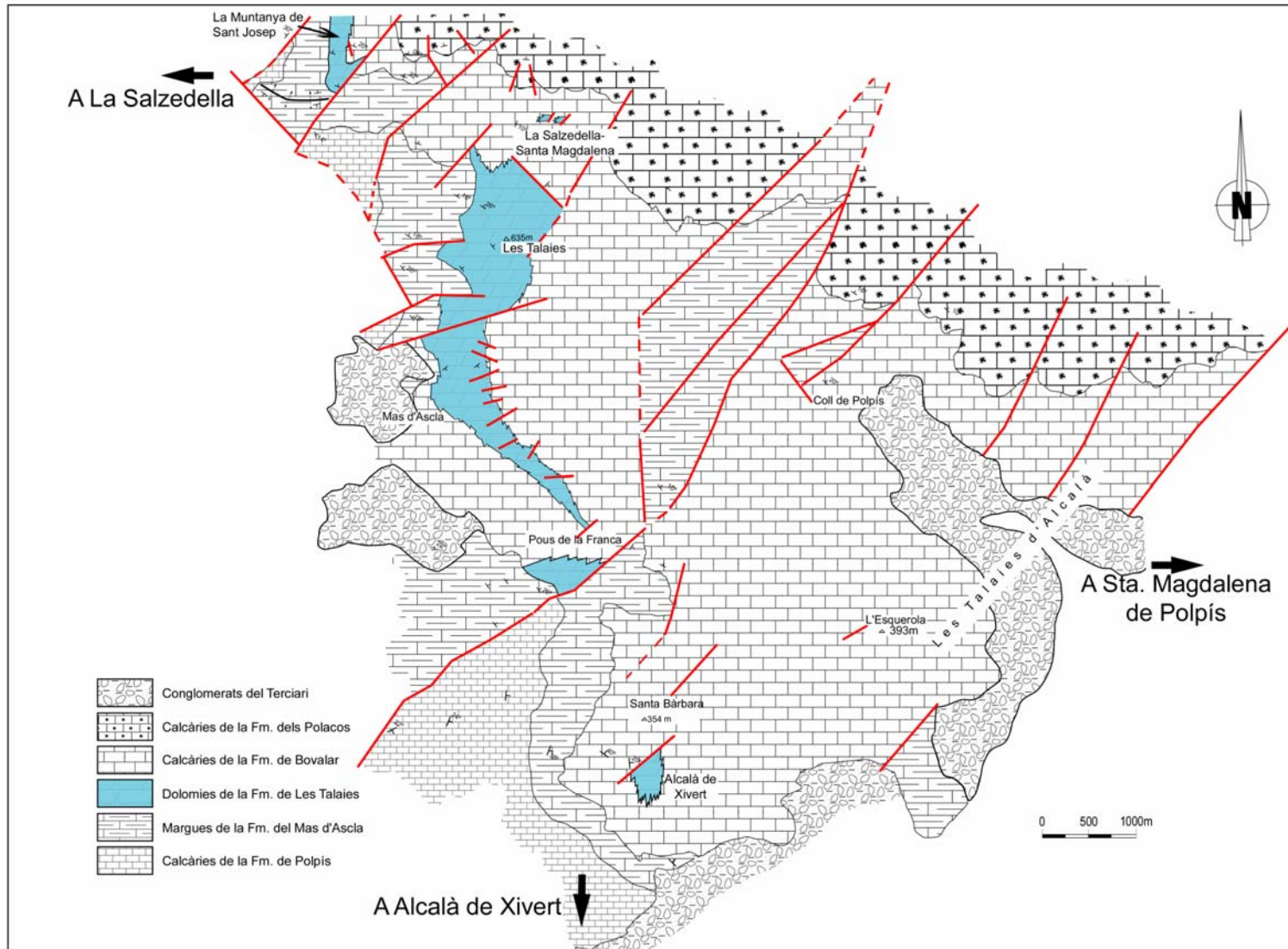


Figura 5.3. Mapa geològic del Sector de La Salzedella amb les zones de dolomies de la Fm. de Les Talaies.

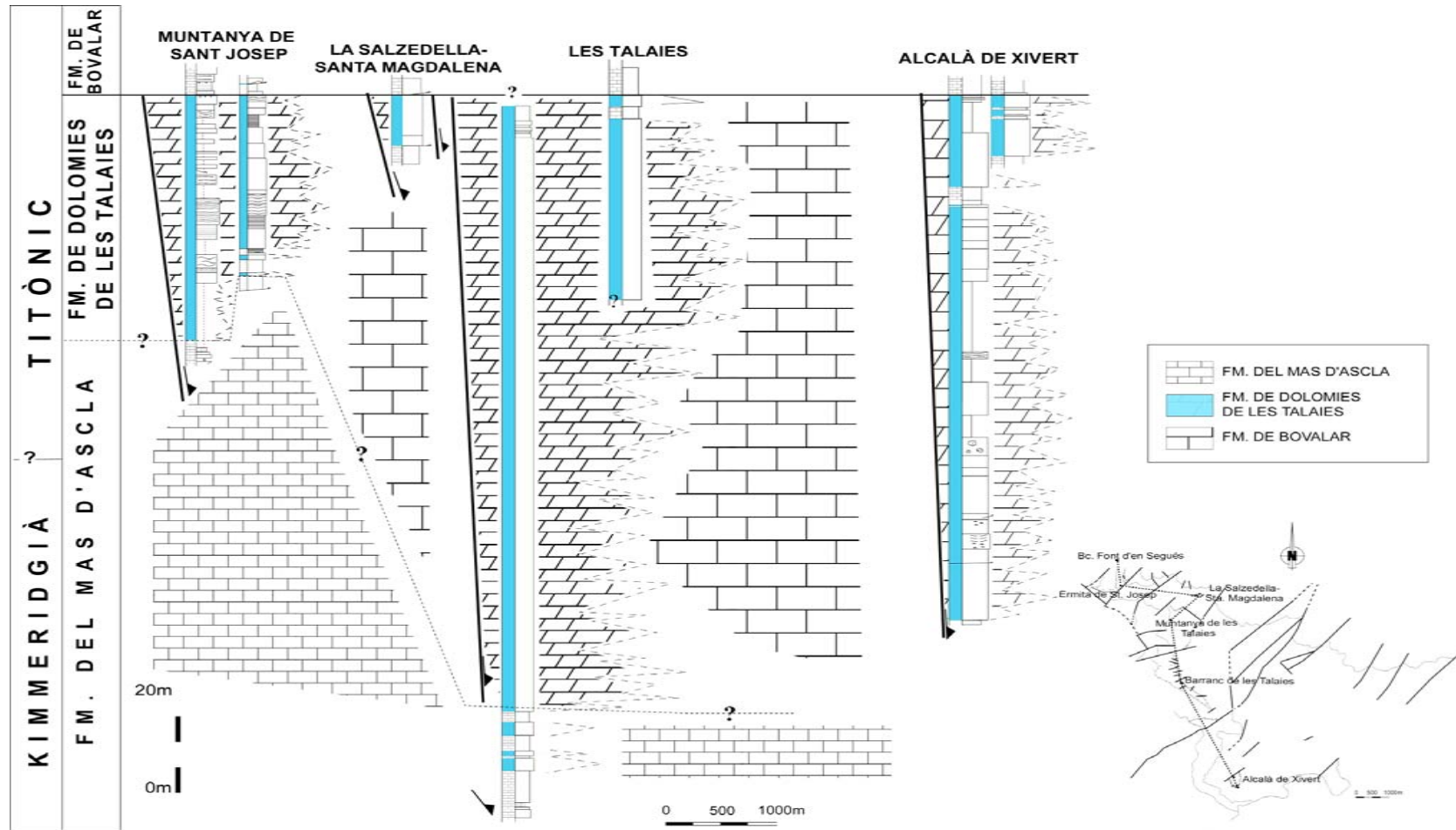


Figura 5.4. Correlació de les columnes estratigràfiques al sector de La Salzedella. Les columnes estan penjades de la part alta dels cossos dolomítics (no és un datum). L'escala vertical està exagerada.

5.2.1. Alcalà de Xivert

Geometria i característiques del cos dolomític

A la zona d'Alcalà de Xivert la Fm. de Bovalar està constituïda per calcàries estratificades disposades en nivells decimètrics i mètrics parcialment o totalment dolomititzades (Figura 5.5). Aquestes roques constitueixen la roca calcària encaixant del cos dolomític. Petrogràficament les calcàries estan constituïdes per wackestones, packstones i grainstones que estan ordenats en cicles grano i estratocreixents característics de seqüències de somerització en ambients d'alta energia (Salas, 1989). Els principals components són peloids (*Favreina jurassica*), oòlits, algues dascicladals (*Clypeina jurassica*) i codiàcies, foraminífers bentònics (*Anchiospirocyclus lusitanica*, miliòlids, textularids, etc.), gasteròpodes, bivalves i localment hi ha equinoderms i ostràcodes.

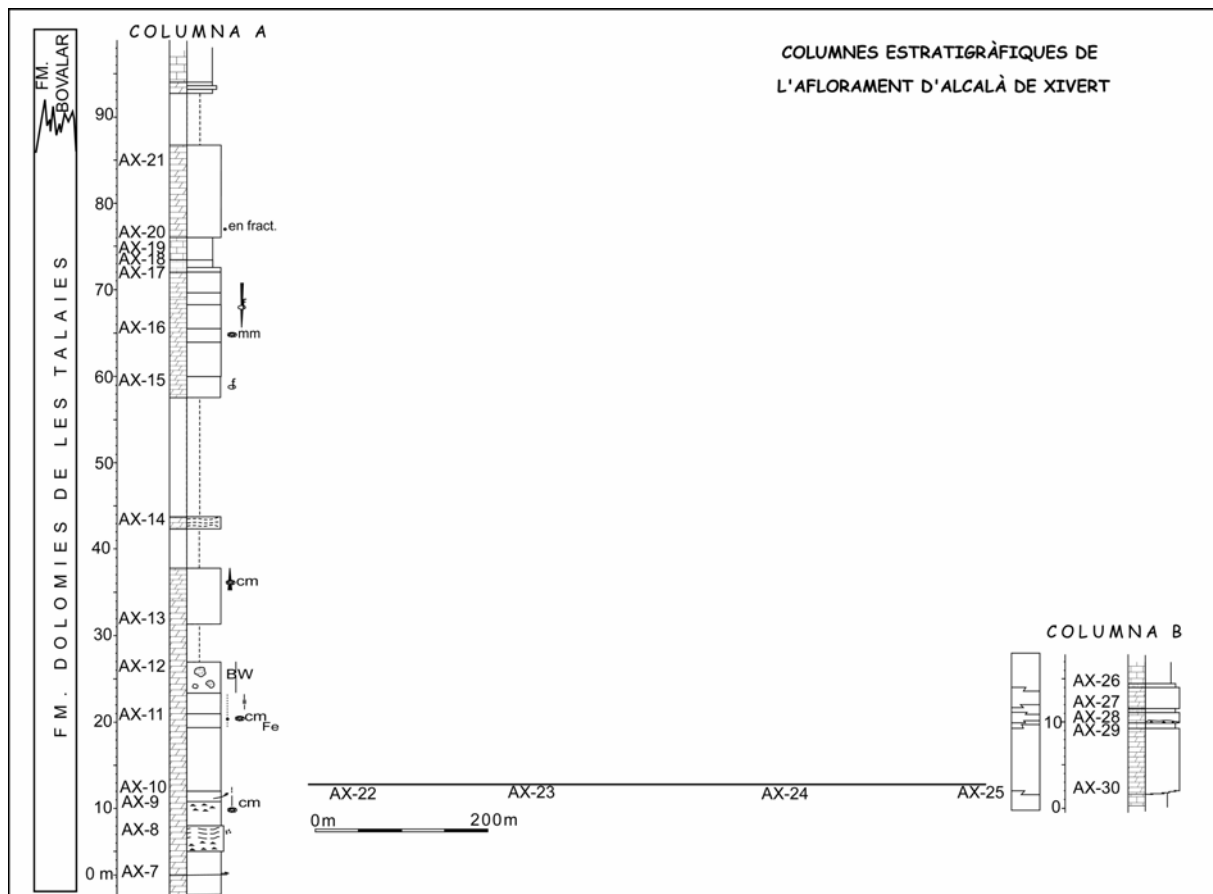


Figura 5.5. Columnes estratigràfiques de l'aflorament d'Alcalà de Xivert amb la situació de les mostres.

La geometria del cos dolomític és asimètrica en forma de tascó (Figura 5.6) i està limitat a una banda per una falla de direcció NE-SW amb una pendent gairebé vertical i cabussant cap al SE. La potència màxima del cos dolomític és d'aproximadament 100 m, i s'assoleix a la banda on hi ha la falla. L'amplada del cos és d'uns 600 m i en aquest punt les dolomies passen gradualment a calcàries de la roca encaixant en forma de petits tascons.

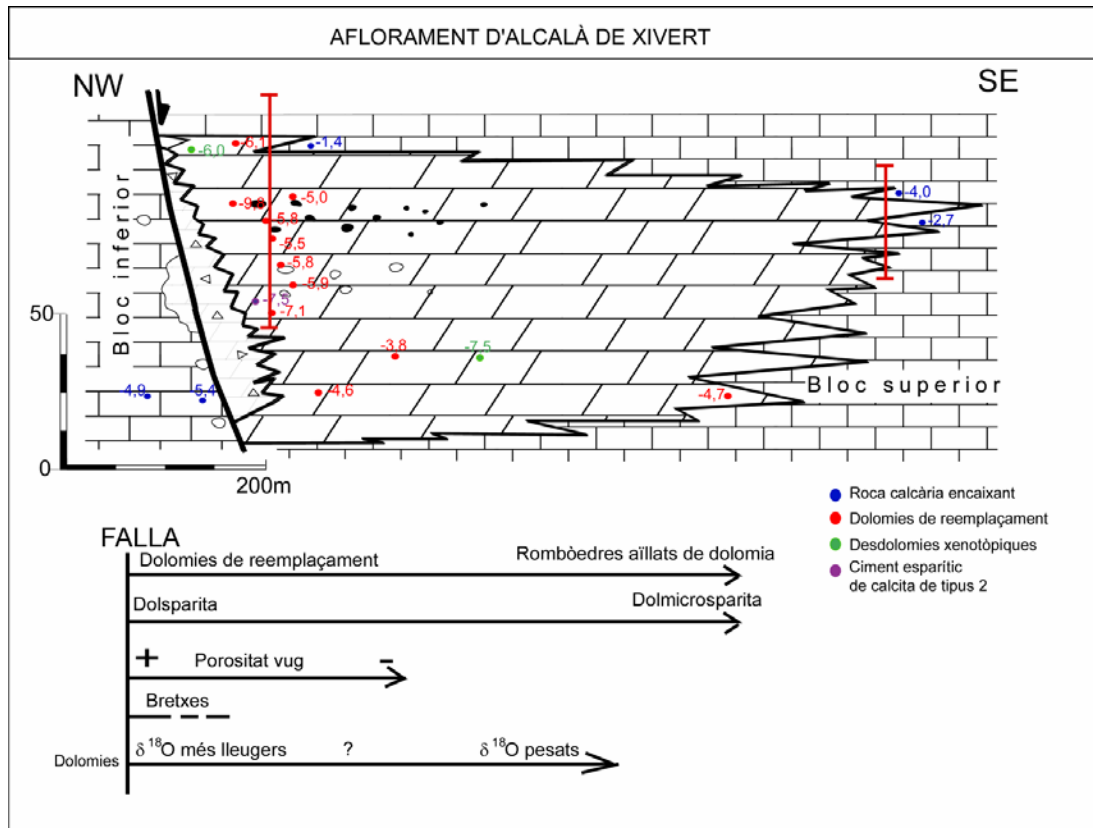


Figura 5.6 Geometria del cos dolomític i distribució de les diferents textures i de la composició isotòpica de l'oxigen.

El cos dolomític, de color gris-marronós que passa a rosat cap a sostre, se situa principalment, al bloc superior del pla de falla. A la zona més pròxima al pla de falla hi ha un metre o dos de bretxa dolomítica amb abundant porositat de tipus vacuolar. Localment al bloc inferior de la falla hi ha algun petit cos dolomític de poc més d'un metre. En aquesta zona a més de la gran falla associada al cos dolomític hi ha fractures de menor entitat, la majoria de les quals estan omplertes per ciment esparític de calcita.

El cos dolomític del bloc superior de la falla està localment desdolomititzat.

Diagènesi predolomitització

Les principals textures diagenètiques de l'etapa prèvia a la dolomitització que s'observen a la roca calcària encaixant de la Fm. de Bovalar són: les envoltes micrítiques, el ciment elongat de LMC, el ciment esparític en disposició rim de LMC i el ciment esparític de LMC.

Petrologia

El cos dolomític està format per tres litologies: dolomies, desdolomies i ciments de calcita postdolomitització.

Dolomies

Les principals textures petrogràfiques de les dolomies a la zona d'Alcalà de Xivert són: els rombòedres aïllats de dolomita, les dolomies de reemplaçament, el ciment dolomític i el ciment de dolomia barroca.

1. Els rombòedres aïllats de dolomita són cristalls euèdrics de 50-100 µm de mida que reemplacen parcialment la matriu micrítica de la roca calcària encaixant tot i que localment també dolomititzen alguns peloids i oòlits. Aquesta textura dolomítica pot afectar fins a un 25% de la roca calcària encaixant. El procés de dolomitització és selectiu. Generalment els rombòedres aïllats de dolomita es localitzen a les zones més allunyades del pla de falla.

2. Les dolomies de reemplaçament constitueixen un mosaic de cristalls subèdrics i euèdrics de mida variable que va des de 21 µm (textura dolmicrosparítica) fins a 150-200 µm (textura dolsparítica) essent els de major mida els més pròxims al pla de falla. Aquests cristalls poden estar zonats i els que ho estan presenten un nucli fosc i unes envoltes més clares (Figura 5.7A i 5.7B). Les envoltes solen tenir de 7 a 20 µm d'espessor. Les envoltes clares i gruixudes es desenvolupen preferentment en les roques que originalment eren gra suportades, mentre que les envoltes més primes són comunes a roques que originalment eren matriu suportades. La fàbrica de la dolomia és penetrativa i parcialment destructiva. Localment es preserven alguns fantasmes d'oòlits i de components bioclàstics. La porositat intercrystal.lina de les dolomies de reemplaçament (fins a un 3 %) pot estar parcial o totalment ocupada per ciment esparític de calcita de tipus 1. També hi ha porositat vacuolar de mil.limètrica a centimètrica que està

omplerta per una dues generacions de ciment esparític de calcita de tipus 1 i 2. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls de dolomita tenen una luminiscència taronja opaca i localment l'envolta és més luminiscent.

3. El ciment dolomític està format per cristalls euèdrics nets i localment zonats (Figura 5.7C). Els cristalls tenen una mida variable que va des de 75 a 200 μ m. Els cristalls de ciment dolomític creixen amb l'eix c orientat perpendicularment a les parets de la porositat vacuolar i de les fractures. Al microscopi de catodoluminiscència el ciment dolomític es presenta com una alternança de bandes de pocs μ m de color taronja opaques i bandes no luminiscent (Figura 5.7D).

4. El ciment de dolomia barroca està format per cristalls euèdrics i subèdrics amb les cares corbades i plans d'exfoliació també corbats. La mida dels cristalls és variable des de 200 μ m d'ampla fins a 1 mm de llargada. Són cristalls que tenen extinció ondulant, i omplen porositat vacuolar i fractures. Al microscopi de catodoluminiscència el ciment de dolomia barroca és taronja opac luminiscent.

Desdolomies

Les desdolomies, que afecten total o parcialment (Figura 5.8) a les dolomies, presenten dues textures: les desdolomies xenotòpiques i les desdolomies zonades.

1. Les desdolomies xenotòpiques estan formades per cristalls anèdrics de calcita de mida entre 14 i 100 μ m i molt localment tenen extinció pseudondulant. Les vores dels cristalls són irregulars. Localment aquestes desdolomies preserven pseudoromboèdres de dolomita que no han estat totalment desdolomititzats. La textura d'aquestes desdolomies és hipidiotòpica-xenotòpica. El grau de desdolomitització varia des de parcialment desdolomititzat fins a un 90-100 % de desdolomitització. La porositat de les desdolomies xenotòpiques generalment és molt baixa però localment pot tenir porositat intercrystal.lina i vacuolar. Al microscopi de catodoluminiscència les desdolomies no són luminiscent i presenten localment un motejat taronja brillant.

2. Les desdolomies zonades són cristalls de dolomia euèdrica zonada (ja sigui dolomies de reemplaçament o de ciment dolomític) que han estat afectats per un procés de desdolomitització selectiu a bandes: algunes de les envoltas dels cristalls han estat desdolomititzades mentre que altres no (Figura 5.7E). Prèviament a la formació de les

envoltes desdolomititzades es formaren unes superfícies de corrosió que van afectar als cristalls euèdrics de dolomita (Figura 5.7F).

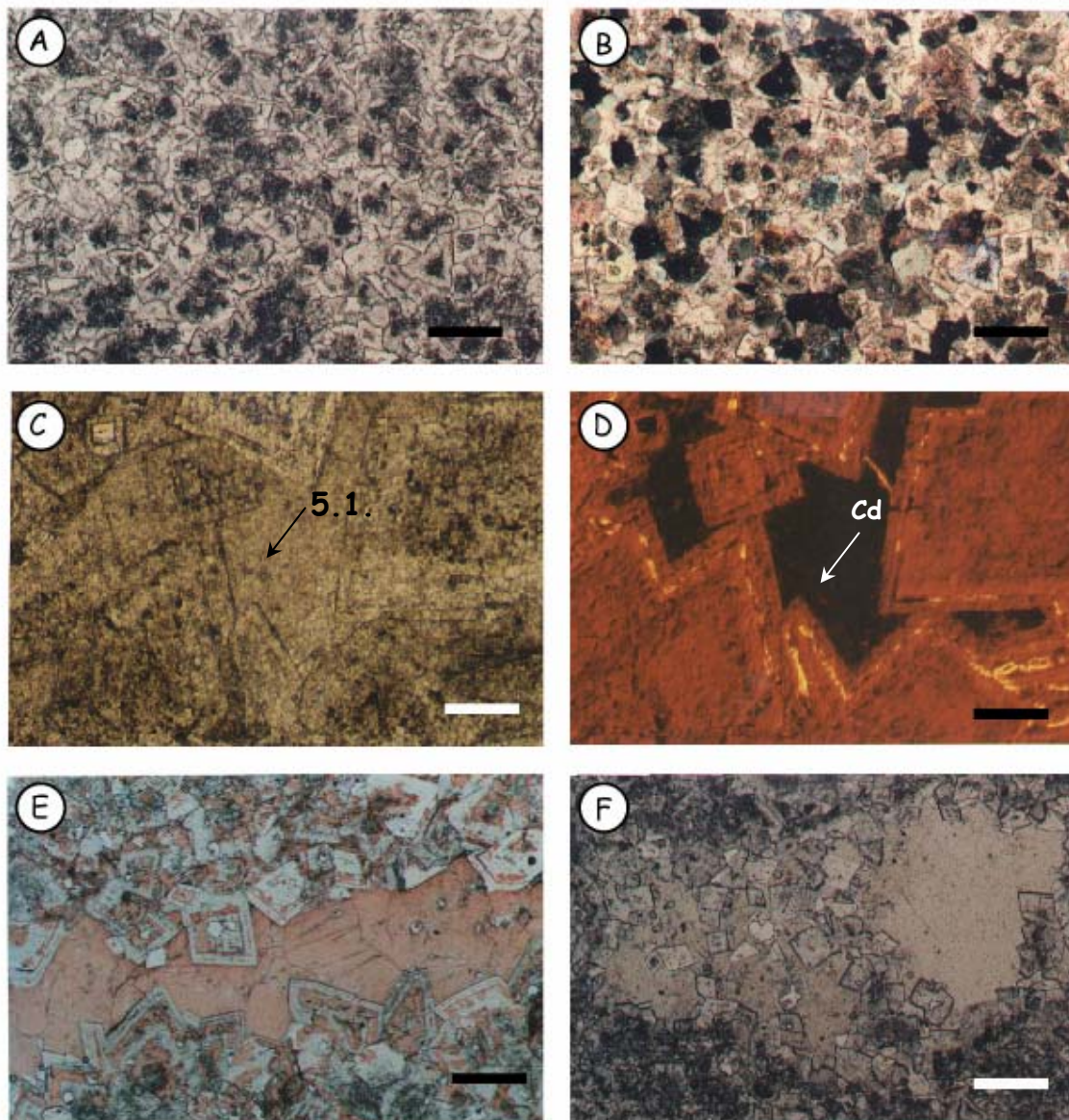


Figura 5.7. **A.** Dolomies de reemplaçament. Cristalls amb el nucli fosc i l'envolta més clara. Mostra AX-7. Barra de 500 µm. **B.** És la mateixa mostra a nícols creuats. Barra de 500 µm. **C.** Ciment dolomític (fletxa) i una última generació de ciment de calcita de tipus 1. Mostra AX-17. Barra de 500 µm. **D.** És la mateixa mostra a microscopi de catodoluminiscència. Abans de l'última envolta hi ha una zona amb calcita (desdolomita), ataronjada luminiscent. Barra de 500 µm. **E.** Ciment dolomític omplint una porositat vacuolar. El ciment té algunes envoltes desdolomititzades. Mostra AX-11. Barra de 500 µm. **F.** Ciment dolomític a l'interior d'una porositat vacuolar omplerta per ciment poiquilotòpic de calcita. La superfície d'alguns cristalls de dolomia està parcialment corroïda. Mostra AX-21. Barra de 500 µm.

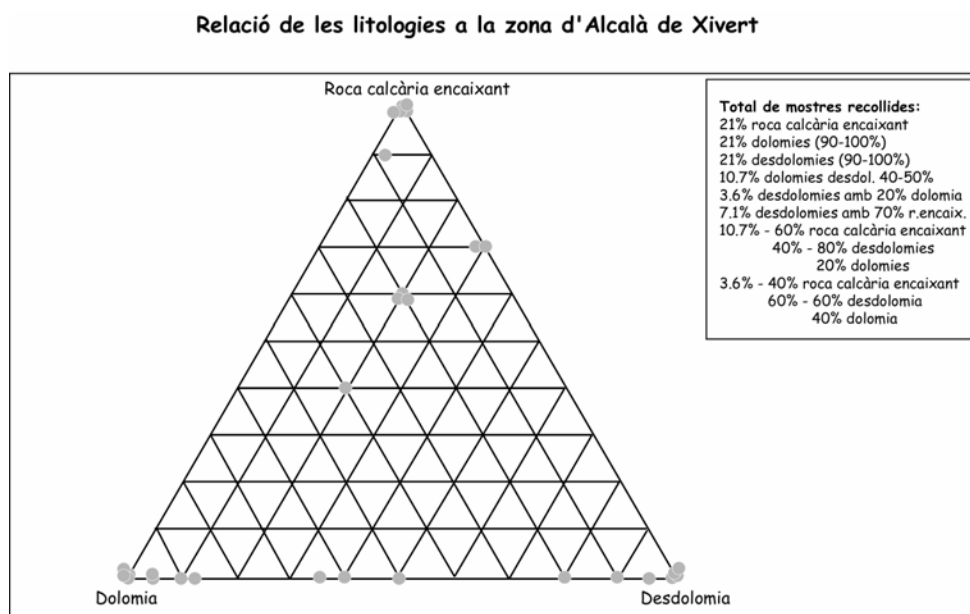


Figura 5.8. Diagrama ternari amb el percentatge de roca calcària encaixant, dolomies de reemplaçament i desdolomies xenotòpiques de les mostres de la zona d'Alcalà de Xivert.

Ciments de calcita postdolomitització

Els ciments de calcita posteriors a la dolomitització i que afecten el cos dolomític són: el ciment esparític de calcita de tipus 1, ciment esparític de calcita de tipus 2 i ciment de calcita poiquilotòpica.

1. El ciment esparític de calcita de tipus 1 està format per cristalls de mida des de pocs μm a pocs mm, omplint porositat intercrystal.lina, vacuolar i fractura. Aquest ciment està relacionat amb la presència de desdolomies. Al microscopi de catodoluminiscència té una primera zona no luminiscent, una zona amb un motejat taronja brillant luminiscent i una última zona no luminiscent (Figura 5.7D).

2. El ciment esparític de calcita de tipus 2 són cristalls de calcita de mida que varia des de poques desenes de μm fins a 200 μm . Es tracta de cristalls equidimensionals que localment poden presentar una textura poiquilotòpica (Figura 5.7F). Aquests cristalls omplen porositat intercrystal.lina, vacuolar i fractura. Aquest ciment no està relacionat amb desdolomies. Al microscopi de catodoluminiscència té una primera zona no luminiscent o en alguns casos taronja homogènia luminiscent, una segona zona formada per 4 bandes on s'alterna les bandes taronja luminiscents amb les bandes no luminiscents i finalment una última zona no

luminiscent. Les textures poiquilotòpiques a microscopi de catodoluminiscència són no luminiscents.

Mineralogia: estequiometria

Les dolomies de reemplaçament són no estequiomètriques i presenten un valor mitjà molar de MgCO_3 de 43,2 %, amb un rang que varia de 36,6 % a 46,1%. El ciment dolomític presenten un valor mitjà molar de MgCO_3 de 43,0 % i els valors varien des de 38,0 % a 45,6% molar de MgCO_3 (Figura 5.9, Taula 5.1).

Les desdolomies xenotòpiques tenen uns valors variables entre 0,3% fins a 27,4 % molar de MgCO_3 . Les desdolomies zonades tenen uns valors molars de MgCO_3 de 8,3% amb un rang que varia entre 0,4 i 20,5 % molar. En el cas de les desdolomies aquests valors presenten una desviació estàndard de 9,3 que indica un ampli rang de variació del contingut de Mg de les desdolomies, o sigui hi ha diferent grau de desdolomitització que afecta a les dolomies (Figura 5.9, Taula 5.1).

Geoquímica elemental

L'anàlisi de roca calcària encaixant total presenta un contingut en Mn que varia entre 20 i 40 ppm i el contingut en Sr varia des de 100 fins a 260 ppm. Els oòlits i peloids tenen un contingut en Mg que varia des de 1570 a 3780 ppm, amb un valor mitjà de 2530 ppm i el contingut en Fe que va des de sota el límit de detecció (<l.d.) fins a 2100 ppm (Figura 5.9, Taula 5.1). El ciment esparítics en disposició rim de LMC té un contingut en Mg que varia des de 1150 a 3800 ppm amb un valor mitjà de 2650 ppm i un contingut en Fe que varia des de <l.d. fins a 1190 ppm. Els cristalls de ciment esparític de LMC presenten un contingut en Mg que va des <l.d. fins a 4040 ppm (Figura 5.9, Taula 5.1) i un contingut en Fe que va des <l.d. fins a 1140 ppm. En cap dels casos s'ha detectat la presència de Mn, Sr i Na (Figura 5.9, Taula 5.1).

Els valors d'elements traça del nucli i de les envolttes de les dolomies de reemplaçament són en la majoria dels casos molt similars entre ells i també generalment els valors de les envolttes són molt similars als valors dels cristalls dels ciment dolomític. Les dolomies de reemplaçament tenen un contingut de Mn varia des de valors de 20 fins a 410 ppm. El Fe té valors <l.d. fins a 2500 ppm (Figura 5.9, Taula 5.1), els valors de Sr varien des

de 35 fins a 490 ppm, i valors de Na entre <l.d. i 980 ppm. Els continguts en els elements traça del ciment dolomític el Mn va des de <l.d. a 390 ppm, el Fe va des de <l.d. a 610 ppm (valors lleugerament inferiors als de les envolttes de les dolomies de reemplaçament zonades), el Sr va des de <l.d. a 390 ppm i el Na té valors <l.d. a 330 ppm (Figura 5.9, Taula 5.1).

Les desdolomies xenotòpiques presenten uns valors de Mn que varien des de 25 a 190 ppm, de Fe que van des de <l.d. fins a 970 ppm, de Sr que varien des de 90 fins a 680 ppm i el Na està sempre per sota els límits de detecció. Les desdolomies zonades presenten valors de Mn des de <l.d. a 290 ppm, de Fe des de <l.d. fins a 800 ppm, de Sr des de <l.d. fins a 410 ppm i el Na està sempre sota els límits de detecció.

El ciment esparític de calcita de tipus 2 té un contingut de Mg que varia des 410 fins a de 3190 ppm, amb un valor mitjà de 1650 ppm, un contingut de Mn des de sota els límits de detecció fins a 200 ppm, de Fe que varia des de <l.d. fins a 2820 ppm i a diferència dels ciments de calcita previs a la dolomitització aquests tenen un contingut de Na que varia des de <l.d. fins a 780 ppm. (Figura 5.9, Taula 5.1).

			ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Ciments pre-dolomitització	Oòlits i peloids	Màxim	3780	450290	-	2100	-	-
		Mínim	1570	385830	-	<l.d.	-	-
		Promig	2530	394170	-	-	-	-
		Desviació	730	12140	-	-	-	-
			n=12	n=12		n=9		
	Ciment esparític en disposició rim de LMC	Màxim	3800	458130	-	1190	-	-
		Mínim	1150	384130	-	<l.d.	-	-
		Promig	2650	395160	-	-	-	-
		Desviació	630	9670	-	-	-	-
			n=30	n=30		n=3		
	Ciment esparític de de LMC	Màxim	4040	405380	-	1140	-	-
		Mínim	<l.d.	377550	-	<l.d.	-	-
Promig		-	391580	-	-	-	-	
Desviació		-	4160	-	-	-	-	
		n=18	n=24		n=13			
			MgCO ₃	CaCO ₃	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Dolomies de reemplaçament	Màxim	46,1	62,6	410	2500	490	980	
	Mínim	36,6	53,7	20	<l.d.	35	<l.d.	
	Promig	43,2	56,5	-	-	-	-	
	Desviació	1,1	1,1	-	-	-	-	
		n=155	n=155	n=28	n=49	n=12	n=18	
Ciment dolomític	Màxim	45,6	63,5	390	610	390	-	
	Mínim	38,0	54,6	<l.d.	<l.d.	<l.d.	-	
	Promig	43,0	56,7	-	-	-	330	
	Desviació	1,4	1,5	-	-	-	-	
		n=50	n=50	n=7	n=8	n=2	n=1	
Desdolomies xenotòpiques	Màxim	27,4	103,3	310	970	680	-	
	Mínim	0,3	57,4	25	<l.d.	90	-	
	Promig	10,4	88,1	-	-	-	-	
	Desviació	9,3	12,8	-	-	-	-	
		n=13	n=13	n=3	n=2	n=9		
Desdolomies zonades	Màxim	20,5	102,3	-	800	410	-	
	Mínim	0,4	78,8	-	<l.d.	<l.d.	-	
	Promig	8,3	92,2	290	-	-	240	
	Desviació	6,3	6,4	-	-	-	-	
		n=7	n=7	n=1	n=5	n=2	n=1	
			ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Ciments post-dolomitització	Ciment esparític de calcita de tipus 2	Màxim	3190	404210	-	2820	-	780
		Mínim	410	389890	-	<l.d.	-	<l.d.
		Promig	1650	398060	200	-	500	-
		Desviació	1040	4700	-	-	-	-
			n=26	n=27	n=1	n=11	n=1	n=3

Taula 5.1. Estequiometria i geoquímica elemental.

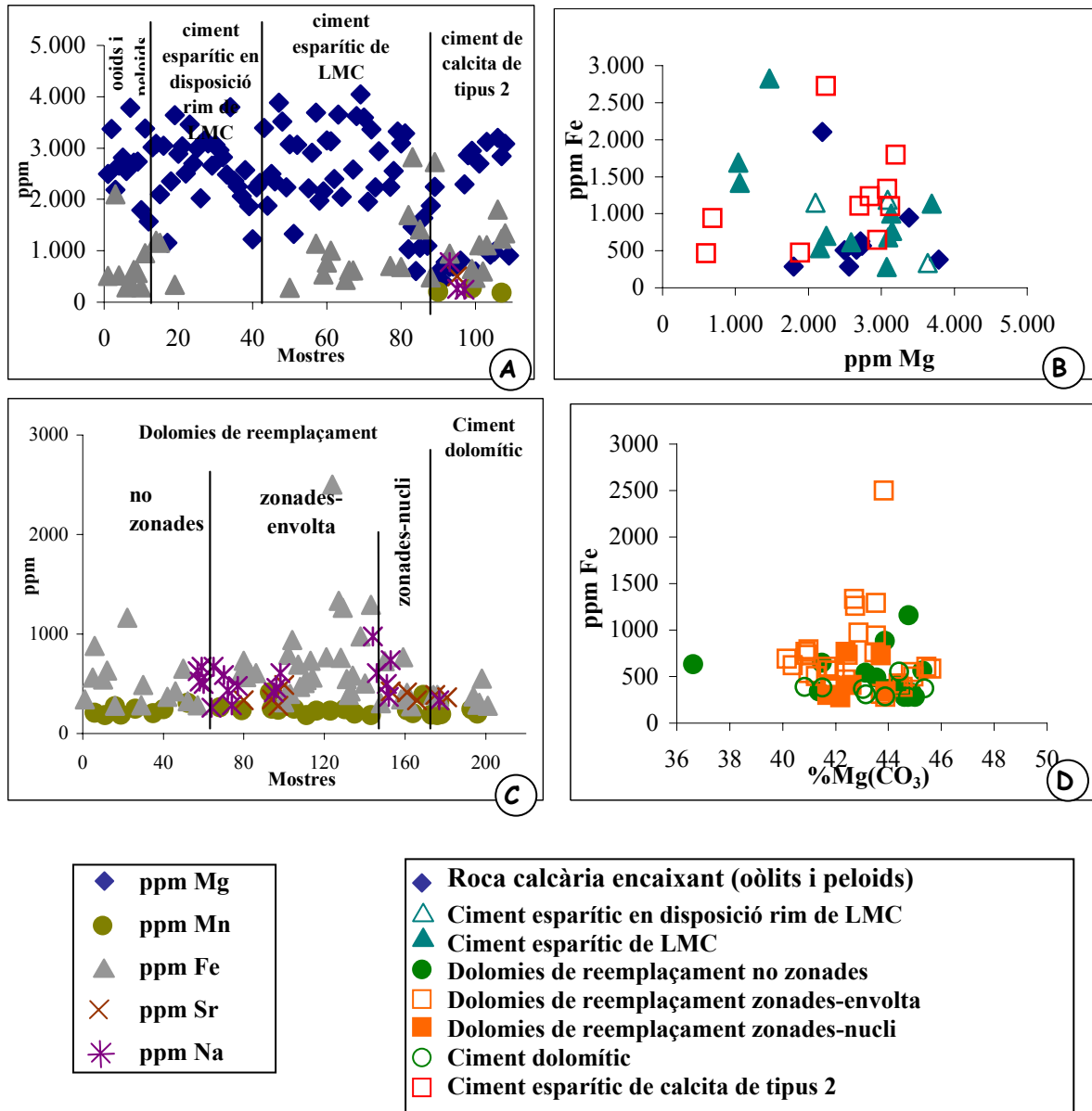


Figura 5.9. Composició mineralògica i geoquímica elemental de la roca calcària encaixant i de les dolomies de reemplaçament i del ciment esparític de calcita de tipus 2 de la zona d'Alcalà de Xivert. La llegenda de l'esquerra correspon als gràfics A i C, i la llegenda de la dreta als gràfics B i D.

Isòtops estables

La composició isotòpica d'oxigen de la roca calcària encaixant total, concretament de wackestones i packstones varia entre $-5,4$ i $-1,4$ ‰ PDB amb un valor mitjà de $-3,6$ ‰ PDB i la composició d'un grainstone és de $-3,9$ ‰ PDB. La composició isotòpica de carboni dels wackestones i packstones varia entre $+0,0$ i $+1,5$ ‰ PDB amb un valor mitjà de $+0,5$ ‰ PDB i la del grainstone és de $-2,6$ ‰ PDB (Figura 5.10, Taula 5.2).

Les dolomies de reemplaçament tenen uns valors de $\delta^{18}\text{O}$ d'entre $-9,8$ fins a $-3,8$ ‰ PDB i un valor mitjà de $-5,8$ ‰ PDB i tenen valors de $\delta^{13}\text{C}$ que van des de $-2,5$ a $2,4$ ‰ PDB amb un valor mitjà de $-0,5$ ‰ PDB (Figura 5.10, Taula 5.2).

La composició isotòpica de l'oxigen de les desdolomies xenotòpiques varien entre $-7,5$ i $-6,0$ ‰ PDB amb un valor mitjà de $-6,7$ ‰ PDB. La composició isotòpica de carboni varia des de $-5,9$ fins a $-4,2$ ‰ PDB amb un valor mitjà de $-5,0$ ‰ PDB (Figura 5.10, Taula 5.2).

El ciment esparític de calcita de tipus 2 té uns valors de $\delta^{18}\text{O}$ que varien entre $-7,2$ i $-7,5$ amb un valor mitjà de $-7,3$ ‰ PDB. Els valors de $\delta^{13}\text{C}$ varien entre $-6,4$ i $-7,0$ amb un valor mitjà de $-6,7$ ‰ PDB (Figura 5.10, Taula 5.2).

De les dades obtingudes, en general s'observa un empobriment de $\delta^{18}\text{O}$ de les dolomies de reemplaçament respecte la roca calcària encaixant, i un empobriment de $\delta^{13}\text{C}$ de les desdolomies respecte les dolomies de reemplaçament (Figura 5.10, Taula 5.2).

	Mostra	Textura/mineralogia	$\delta^{13}\text{C}$ PDB	$\delta^{18}\text{O}$ PDB
Roca calcària encaixant	AX-19	Packstone/calcita	+1,5	-1,4
	AX-28	Packstone/calcita	+0,6	-2,7
	AX-02	Wackestone/calcita	+0,1	-4,9
	AX-05	Wackestone/calcita	+0,0	-5,4
Roca calcària encaixant	AX-27.A	Grainstone/calcita	-2,6	-3,9
Dolomies de reemplaçament	AX-07	Dolomita	+1,3	-4,6
	AX-10.1	Dolomita	-1,6	-7,1
	AX-12	Dolomita	-0,7	-5,9
	AX-14.1	Dolomita	-1,2	-5,8
	AX-14.3	Dolomita	+1,1	-5,5
	AX-15	Dolomita	+1,6	-5,8
	AX-16	Dolomita	-2,5	-9,8
	AX-17	Dolomita	+1,5	-5,0
	AX-21	Dolomita	+2,4	-6,1
	AX-22	Dolomita	+1,7	-3,8
	AX-25	Dolomita	+1,5	-4,7
Desdolomies xenotòpiques	AX-20	Calcita	-5,9	-6,0
	AX-23	Calcita	-4,2	-7,5
Ciment esparític de calcita de tipus 2	AX-10.3	Calcita	-6,4	-7,5
	1-AX	Calcita	-7,0	-7,2

Taula 5.2. Composició isotòpica de carboni i oxigen.

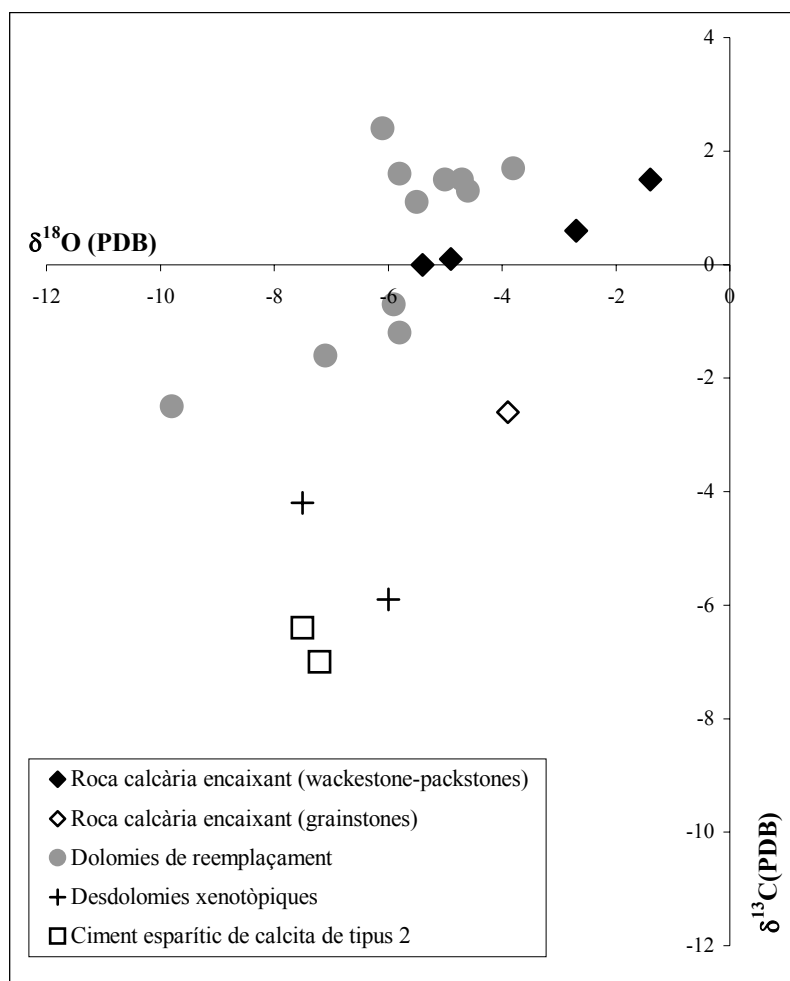


Figura 5.10. Composició isotòpica de carboni i oxigen de les calcàries de la Fm. de Bovalar i de les tres litologies dels cossos dolomítics de la Fm. de Les Talaies.

Isòtops radiogènics

Els valors isotòpics de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de la roca calcària encaixant és de 0,70721 i de 0,70733. Els valors $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de les dolomies de reemplaçament varien entre 0,70748 i 0,70798. Els valors $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de les desdolomies xenotòpiques és de 0,70813 (Taula 5.3).

	Mostra	Textura/mineralogia	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Error
Roca calcària encaixant	AX-19	Packstone/calcita	0,70721	13
	AX-27A	Packstone/calcita	0,70733	6
Dolomies de reemplaçament	AX-12	Dolomita	0,70748	6
	AX-17	Dolomita	0,70777	11
	AX-25	Dolomita	0,70798	11
Desdolomies xenotòpiques	AX-20	Calcita	0,70813	18

Taula 5.3. Composició isotòpica d'estronci radiogènica.

Inclusions fluides

Els cristalls de dolomita presenten poques inclusions fluides, però totes són d'origen primari. Les inclusions fluides dels cristalls de ciment esparític de calcita de tipus 2 tenen una mida entre 3 i 7 μm , són majoritàriament inclusions bifàsiques, tot i que n'hi ha de monofàsiques.

Les temperatures d'homogeneïtzació (T_h) són de 77 °C i 130 °C (probablement han sofert *stretching*). No s'ha pogut obtenir la temperatura eutèctica d'aquestes inclusions. La temperatura de fusió del gel (T_{mi}) de les inclusions mesurades és de -2,3 °C i -4,5 °C. Aquestes temperatures indiquen una salinitat de les aigües al voltant de les salinitats de les aigües marines d'entre el 4,2 i el 7,2 % en pes equivalent de NaCl (Allan i Wiggins, 1993) (Taula 5.4).

Mostra	Mineralogia	T_h (°C)	T_e (°C)	T_{mh} (°C)	T_{mi} (°C)	$T_{supercooling}$ (°C)
AX-29	#1	Calcita			-2,3	
	#2	Calcita	77		-4,5	
	#3	Calcita	130			

Taula 5.4. Dades de les inclusions fluides de cristalls de calcita del ciment esparític de calcita de tipus 2.

5.2.2. La Muntanya de Sant Josep

Geometria i característiques del cos dolomític

La zona de la Muntanya de Sant Josep està compresa entre la conca miocena de La Salzedella i Sant Mateu i la Muntanya de Les Talaies.

Els materials que afloren en aquesta zona són la Fm. de Polpís, la Fm. de Mas d'Ascla i la Fm. de Bovalar (Figura 5.11). La Fm. de Polpís està formada per bancs potents de calcàries micrítiques de color beige i localment presenten acumulacions laminars de bioclastes i esculls d'esponges (Salas *et al.*, 1986; Salas, 1987). Aquests materials estan parcialment dolomititzats i estan desdolomititzats. La Fm. de Mas d'Ascla en aquesta zona està formada per margues, margocalcàries i calcàries micrítiques amb restes de bivalves, foraminífers, algues dascicladals i cap a la part alta alguna tempestita de serpúlids. Localment s'hi pot trobar glauconita (Salas, 1987). La part alta de la Fm. de Mas d'Ascla és més carbonatada i està dolomititzada. La Fm. de Bovalar està formada per calcàries oolítiques i bioclàstiques. Els principals components bioclàstics són les algues (dascicladals i codiàcies), gasteròpodes, bivalves, foraminífers i localment algun rudista, que són més abundants cap a la part alta de la sèrie. D'entre els foraminífers hi destaca la presència d'*Anchiospirocyclina lusitanica* (Figura 5.12A).

La geometria del cos dolomític és asimètrica en forma de tascó. El seu espessor aproximat és de 45 a 50 m tot i que localment aquest està molt fracturat i no s'hi pot observar l'espessor real (Figura 5.11). El contacte infrajacent del cos dolomític amb la roca calcària encaixant és net i es troba a la part alta de la Fm. de Mas d'Ascla. La part alta del cos dolomític passa gradualment a la roca calcària encaixant de la Fm. de Bovalar. El cos dolomític està limitat a la banda SE per una falla de direcció NE-SW i a la banda NW hi ha un canvi gradual cap a calcàries de l'encaixant. La part alta del cos dolomític podria correspondre a la discontinuïtat d'ordre menor J9/J10.

El cos dolomític té una coloració entre grisa i marró i localment té abundant porositat de tipus vacuolar. Hi ha petites fractures de salt decimètric que afecten al cos dolomític. Aquestes fractures estan omplertes per una primera generació de ciment dolomític i una segona generació de ciment esparític de calcita. Aquestes fractures han generat zones amb una

bretxa de falla. Localment també hi ha algunes microfractures d'ordre mil·limètric i centimètric, incipients i disseminades amb ciment originalment de dolomia i que actualment poden estar desdolomititzades.

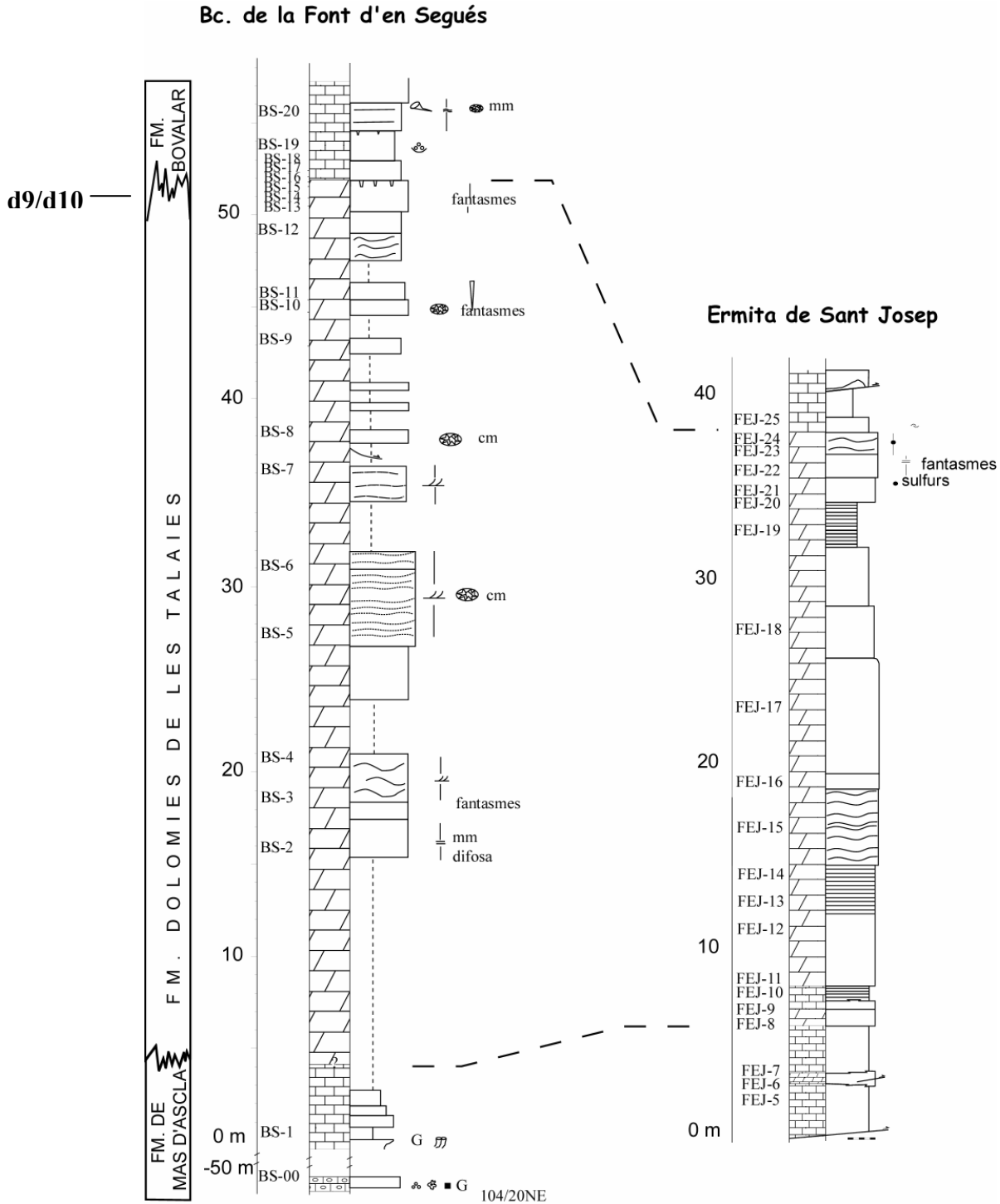


Figura 5.11. Columnes estratigràfiques de la zona de la Muntanya de Sant Josep amb la situació de les mostres de les diferents columnes.

Diagènesi predolomitització

Els processos diagenètics que han tingut lloc prèviament a la dolomitització i han afectat a la roca calcària encaixant han estat la micritització (envoltes micrítiques), la dissolució (formació de porositat mòldica) i la cimentació (ciment elongat de LMC, ciment esparític en disposició rim de LMC, ciment esparític de LMC).

Petrologia

Els cossos dolomítics de la zona de la Muntanya de Sant Josep estan formats per tres litologies: dolomies, desdolomies i ciments de calcita postdolomitització.

Dolomies

Les dues textures petrogràfiques de les dolomies són: les dolomies de reemplaçament i el ciment dolomític.

1. Les dolomies de reemplaçament estan formades per cristalls subèdrics i euèdrics des de 20 μm fins a 200 μm de mida, tot i que poden arribar fins a 500 μm . En general aquests cristalls tenen un nucli brut i una envolta de 10 μm més clara. La fàbrica de les dolomies és penetrativa parcialment destructiva. Localment s'hi distingeixen fantasmes d'oòlits. La porositat intercrystal.lina de la roca varia entre 2 i 5 % en les dolomies formades per cristalls subèdrics i entre 8 i 10 % en les dolomies amb cristalls euèdrics. Localment, la porositat intercrystal.lina està ocupada per ciment esparític de calcita de tipus 1. També hi ha porositat vacuolar ocupada per ciment esparític de calcita de tipus 1 i tipus 2 (Figura 5.12B 5.12C). Al microscopi de catodoluminiscència les dolomies de reemplaçament són taronja opaques.

2. El ciment dolomític està format per cristalls euèdrics localment zonats amb una envolta constituïda per diverses bandes de 5 μm d'espessor aproximadament. La mida d'aquests cristalls varia entre 50-200 μm . Localment aquests cristalls tenen una morfologia subèdrica i una mida de 150 μm . En ambdós casos són la primera generació de ciment que omple porositat vacuolar (mm i cm) i la porositat fractura. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls de ciment dolomític presenten una luminiscència ataronjada entre opaca i brillant.

Desdolomies

Les desdolomies que afecten al cos dolomític de la zona de la Muntanya de Sant Josep s'han classificat en: les desdolomies xenotòpiques, les desdolomies hipidiotòpiques i les desdolomies zonades.

1. Les desdolomies xenotòpiques estan formades per cristalls de calcita amb textura anèdrica i de mida variable entre 20 i 75 μm . Les vores dels cristalls són irregulars (Figura 5.12D). Localment els cristalls presenten extinció pseudondulant. Malgrat que en la majoria dels casos el grau de desdolomitització és pròxim al 100 % localment hi ha alguns nuclis de cristalls de dolomita que no han estat desdolomititzats. Quan el procés de desdolomitització és poc important es preserven més morfologies ròmbiques de cristalls de dolomita (pseudomorfes de cristalls de dolomita). Si la dolomitització no és penetrativa destructiva i encara s'hi observen restes de components no dolomititzats, el procés de desdolomitització pot no destruir aquestes restes i només afecta a les zones totalment dolomititzades. Les desdolomies xenotòpiques tenen porositat gairebé nul·la, tot i que localment hi ha zones amb porositat “gruyère”, arrodonida de mida entre 100 i 200 μm . Al microscopi de catodoluminiscència les desdolomies són no luminescents tot i que presenten un motejat luminescent de tonalitats grogues i brillants (Figura 5.13).

2. Les desdolomies hipidiotòpiques estan constituïdes per pseudomorfes de rombèdres de dolomita preexistent (100 μm de mida aproximada). Els pseudomorfes presenten dues textures diferents. La primera està constituïda per cristalls de calcita de mida micrítica-microsparítica, que dóna un aspecte brut. La segona està formada per un únic cristall subèdric de calcita (50 i 100 μm de mida) que dóna un aspecte translúcid. Localment aquests cristalls de calcita (desdolomita) estan flotant en ciment de calcita. Al microscopi de catodoluminiscència tenen un motejat groc brillant luminescent similar a les desdolomies xenotòpiques.

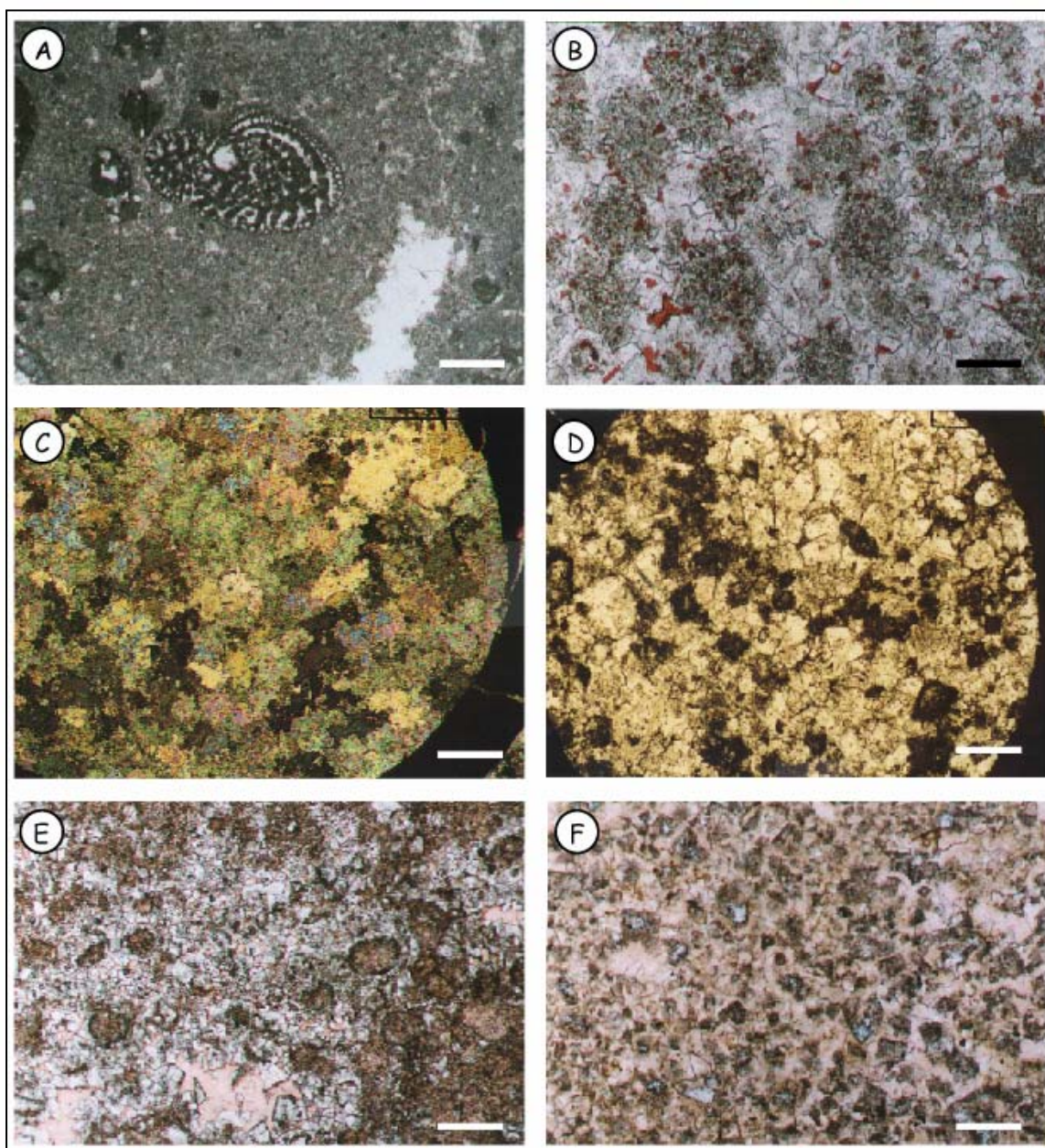


Figura 5.12. **A.** *Anchiospyrocyclus lusitanica*, foraminífer de les calcàries de la Fm. de Bovalar. Mostra BS-19. Barra de 500 µm. **B.** Dolomies de reemplaçament amb fantasmes de peloids i porositat intercrystal·lina ocupada per ciment de calcita de tipus 1. Mostra FEJ-13. Barra 125 µm. **C.** Desdolomies xenotòpiques a nícols creuats. Mostra FEJ-1. Barra 500 µm. **D.** Desdolomies hipidiotòpiques amb pseudomorfs de cristalls de dolomita: cristalls micrítics-microsparítics de calcita bruts i cristalls subèdrics de calcita clars. Mostra FEJ-8. Barra 250 µm. **E.** Desdolomies hipidiotòpiques que afecten principalment als fantasmes de peloids que havien estat dolomititzats. Mostra FEJ-20. Barra 500 µm. **F.** Desdolomies hipidiotòpiques amb pseudomorfs de cristalls euèdrics de dolomita. Mostra FEJ-20. Barra 500 µm.

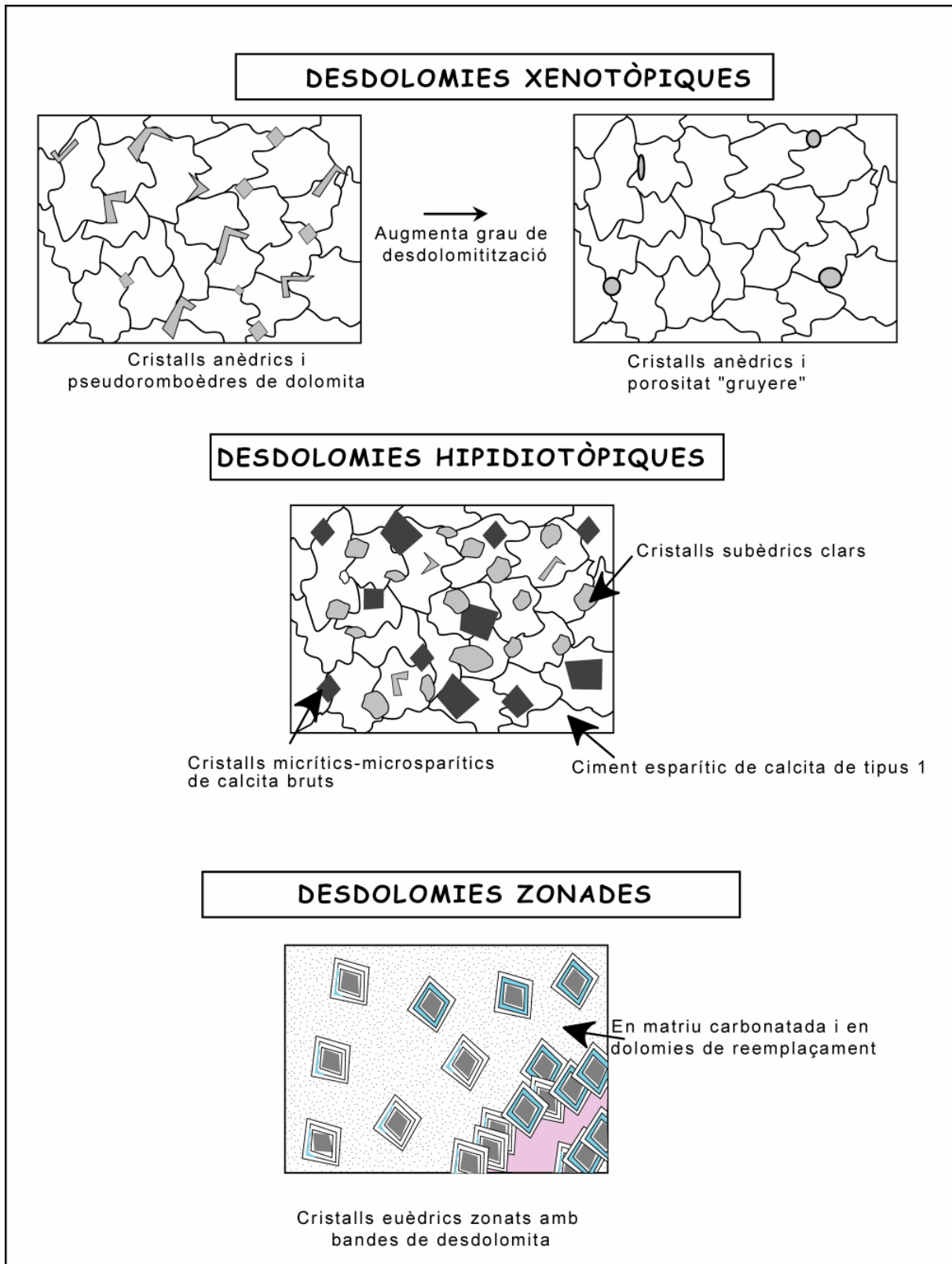


Figura 5.13. Classificació principals tipus de desdolomies identificats a la zona de la Muntanya de Sant Josep i les litologies associades.

3. Les desdolomies zonades són cristalls de dolomita euèdrica zonada (ja sigui dolomies de reemplaçament o ciment dolomític) que han estat afectats per un procés de desdolomitització selectiu a bandes: algunes de les envoltas dels cristalls han estat desdolomititzades mentre que altres no. Prèviament a la formació de les envoltas desdolomititzades es formaren unes superfícies de corrosió que van afectar als cristalls euèdrics de dolomita.

Ciments de calcita postdolomitització

Dins els cossos dolomítics es distingeixen 2 tipus de ciments de calcita: el ciment esparític de calcita de tipus 1 i el ciment esparític de calcita de tipus 2.

1. El ciment esparític de calcita de tipus 1 està format per cristalls de mida entre 20-30 μm fins a 300 μm . Aquests cristalls estan omplint porositat intercrystal.lina, vacuolar i fractura. Aquest ciment està relacionat amb les desdolomies. Al microscopi de catodoluminiscència és no luminiscent, tot i que presenta zones amb una luminiscència homogènia ataronjada opaca.

2. El ciment esparític de calcita de tipus 2 són cristalls de calcita de mida superior a 30 μm i fins a pocs mm. Els cristalls omplen porositat vacuolar. Aquest ciment no està relacionat amb les desdolomies. Al microscopi de catodoluminiscència té una primera zona no luminiscent, una segona on s'alternen capes taronja brillant luminiscent amb fines bandes no luminiscent.

Mineralogia: estequiometria

Les dolomies de reemplaçament tenen uns valors molars de MgCO_3 entre 32,5 a 45,5 % amb un valor mitjà de 42,6 % molar de MgCO_3 . La mineralogia del ciment dolomític varia de valors entre 33,7 a 44,7 % molar de MgCO_3 amb un valor mitjà de 42,6 %. El rang dels valors de les dolomies de reemplaçament són gairebé els mateixos que els del ciment dolomític (Taula 5.5).

Les desdolomies xenotòpiques tenen uns valors variables entre 0,3 i 11,1 % amb un valor mitjà de 2,5 % molar de MgCO_3 . Les desdolomies hipidiotòpiques tenen valors molars de MgCO_3 entre 0,2 % i 1,4 % amb un valor mitjà de 0,7 % molar de MgCO_3 (Taula 5.5).

Geoquímica elemental

En l'anàlisi de la roca calcària encaixant total el Mn presenta valors que varien entre 20 i 40 ppm i el Sr varia entre 110 i 160 ppm.

El contingut d'elements traça de les dolomies de reemplaçament el Mn varia entre 10 i 20 ppm, el Sr entre 40 i 60 ppm i el contingut de Na està sota els límits de detecció (<l.d.). El contingut en Fe varia des de valors <l.d. fins a 480 ppm (Taula 5.5).

Les desdolomies xenotòpiques presenten valors de Mn des 10 fins a 700 ppm, el Fe té valors que van des <l.d. fins a 1730 ppm i el Sr té valors des de 40 fins a 820 ppm. El Na té valors sempre per sota els límits de detecció. Les desdolomies hipidiotòpiques tenen valors de Mn des de <l.d. fins a 430 ppm, de Fe des de <l.d. fins a 1730 ppm i de Sr té valors des de <l.d. fins a 460 ppm (Taula 5.5).

El ciment esparític de calcita de tipus 1 té un valor mitjà de Mg de 1690 ppm en un rang d'entre 456 ppm a 5490 ppm de Mg, un contingut de Fe des de <l.d. fins a 1380 ppm i un contingut de Sr des de <l.d. fins a 610 ppm. El ciment esparític de calcita de tipus 2 té un contingut de Mg que varia des 540 fins a 8780 ppm amb un valor mitjà de 2190 ppm i un contingut de Fe que varia des de <l.d. fins a 1790 ppm (Taula 5.5).

El contingut en elements traça de les desdolomies (xenotòpiques i hipidiotòpiques) és molt similar al contingut que en elements traça que presenta el ciment esparític de calcita de tipus 1, mentre que els valors del ciment esparític de calcita de tipus 2 són lleugerament inferiors.

		ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Roca calcària encaixant				20-40		110-160	
		MgCO₃	CaCO₃	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Dolomies de reemplaçament	Màxim	45,5	65,9	20	480	60	-
	Mínim	32,5	54,0	10	<l.d.	40	-
	Promig	42,6	56,9	-	-	-	-
	Desviació	2,6	2,2	-	-	-	-
		n=75	n=75	n=3	n=6	n=3	
Ciment dolomític	Màxim	44,7	64,8	-	-	-	-
	Mínim	33,7	55,2	-	-	-	-
	Promig	42,6	57,4	-	-	-	-
	Desviació	2,7	2,3	-	-	-	-
		n=32	n=32				
Desdolomies xenotòpiques	Màxim	11,1	98,6	700	1730	820	-
	Mínim	0,3	89,7	10	<l.d.	40	-
	Promig	2,5	95,3	-	-	-	-

		Desviació	2,3	1,9	-	-	-	-
		n=61	n=61	n=9	n=22	n=15		
Desdolomies hipidiotòpiques	Màxim	1,4	99,7	430	1730	460	-	-
	Mínim	0,2	95,4	<1.d.	<1.d.	<1.d.	-	-
	Promig	0,7	97,0	-	-	-	-	-
	Desviació	0,3	0,8	-	-	-	-	-
		n=24	n=24	n=6	n=7	n=12		
		ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na	
Ciments post-dolomitzaicó	Ciment de calcita de tipus 1	Màxim	5490	393590	-	1380	610	-
		Mínim	460	382420	-	<1.d.	<1.d.	-
		Promig	1690	387580	250	-	-	-
		Desviació	1640	4210	-	-	-	-
			n=8	n=8	n=1	n=3	n=5	
	Ciment esparític de calcita de tipus 2	Màxim	8780	408840	-	1790	-	-
		Mínim	540	389350	-	<1.d.	-	-
		Promig	2190	396690	-	-	-	-
Desviació		1940	4600	-	-	-	-	
		n=24	n=25		n=6			

Taula 5.5. Estequiometria i geoquímica elemental.

Isòtops estables

La composició isotòpica d'oxigen de la roca calcària encaixant, concretament de wackestones i packstones varia entre -7,3 i -2,5 ‰ PDB amb un valor mitjà de -4,6 ‰ PDB i els valors de $\delta^{13}\text{C}$ d'aquesta varien entre -2,3 i +0,8 ‰ PDB amb un valor mitjà de -0,2 ‰ PDB. Els valors de $\delta^{18}\text{O}$ d'un fragment d'ostreïd i d'un gasteròpode de la roca calcària encaixant és de -7,0 i -4,7 ‰ PDB respectivament, i la composició isotòpica de carboni és de -3,8 i +1,1 ‰ PDB, respectivament (Figura 5.14, Taula 5.6).

Les dolomies de reemplaçament tenen valors de $\delta^{18}\text{O}$ que varien entre -8,4 i -4,4 ‰ PDB amb un valor mitjà de -5,9 ‰ PDB i tenen valors de $\delta^{13}\text{C}$ des de -0,4 a +2,4 ‰ PDB amb un valor mitjà de +1,1 ‰ PDB (Figura 5.14, Taula 5.6).

Les desdolomies xenotòpiques tenen valors de $\delta^{18}\text{O}$ de -7,5 a -5,5 ‰ PDB i un valor mitjà de -6,2 ‰ PDB. La seva composició isotòpica de carboni varia entre -7,5 a -0,3 ‰ PDB amb un valor mitjà de -4,5 ‰ PDB (Figura 5.14, Taula 5.6).

El ciment esparític de calcita de tipus 2 té valors de $\delta^{18}\text{O}$ que varien entre -11,2 i -5,7 ‰ PDB amb un valor mitjà de -9,1 ‰ PDB i valors de $\delta^{13}\text{C}$ que oscil·len entre -6,4 i 0,7 ‰ PDB amb un valor mitjà de -3,9 ‰ PDB (Figura 5.14, Taula 5.6).

	Mostra	Textura/mineralogia	$\delta^{13}\text{C PDB}$	$\delta^{18}\text{O PDB}$
Bioclastes	BS-22	Gasteròpode/calcita	+1,1	-4,7
	FEJ-09	Ostreid/calcita	-3,8	-7,0
Roca calcària encaixant	BS-18	Wackestone/calcita	+0,1	-3,3
	FEJ-02A.2	Wackestone/calcita	-0,1	-6,5
	BS-20	Packstone/calcita	+0,3	-3,4
	BS-22.1	Packstone/calcita	+0,8	-2,5
	FEJ-04	Packstone/calcita	+0,5	-6,1
	FEJ-06	Packstone/calcita	-2,3	-7,3
	FEJ-25	Packstone/calcita	-0,3	-3,0
Dolomies de reemplaçament	BS-3	Dolomita	+2,2	-7,5
	BS-4	Dolomita	+2,0	-6,3
	BS-7	Dolomita	+0,8	-6,2
	BS-8	Dolomita	+0,9	-5,2
	BS-11	Dolomita	-0,4	-6,4
	FEJ-13	Dolomita	+1,9	-7,2
	FEJ-15	Dolomita	+2,3	-4,4
	FEJ-16	Dolomita	+2,4	-8,4
	FEJ-17.1	Dolomita	+1,7	-5,8
Desdolomies xenotòpiques	FEJ-01	Calcita	-5,8	-6,1
	FEJ-02A.1	Calcita	-3,5	-6,3
	FEJ-07	Calcita	-4,3	-7,5
	FEJ-12	Calcita	-5,3	-6,1
	FEJ-14.1	Calcita	-5,0	-5,7
	FEJ-14.2	Calcita	-6,0	-6,3
	BS-9	Calcita	-0,3	-6,6
	BS-16	Calcita	-2,7	-5,6
	FEJ-21	Calcita	-7,5	-5,5
Ciment esparític de calcita de tipus 2	BS-22.2	Calcita	+0,7	-5,7
	1-BS	Calcita	-6,3	-10,0
	FEJ-17.2	Calcita	-6,4	-8,7
	1-FEJ	Calcita	-3,0	-11,2
	2-FEJ	Calcita	-4,3	-10,0

Taula 5.6. Composició isotòpica de carboni i oxigen.

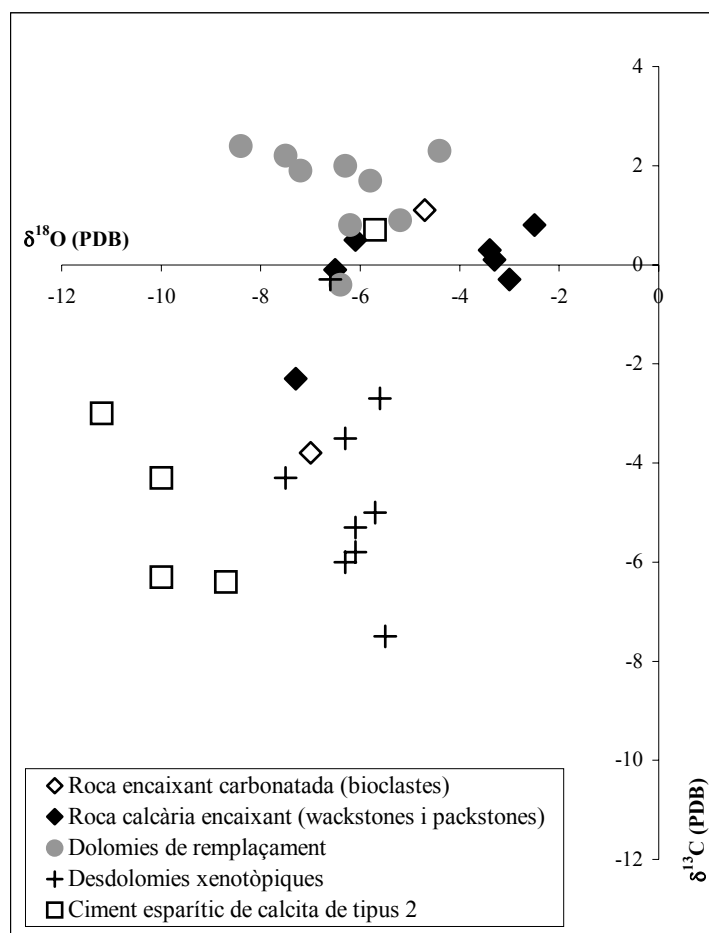


Figura 5.14. Composició isotòpica de carboni i oxigen de la roca calcària encaixant de la Fm. de Bovalar i de les litologies dels cossos dolomítics.

Isòtops radiogènics

Els valors radiogènics de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de les dolomies de reemplaçament varien entre 0,70740 i 0,70756 i un ciment esparític de calcita de tipus 2 té un valor de 0,70752 (Taula 5.7).

		Mineralogia	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Error
Dolomies de reemplaçament	BS-11	Dolomita	0,70740	7
	FEJ-15	Dolomita	0,70756	19
	FEJ-17	Dolomita	0,70741	6
Ciment esparític de calcita de tipus 2	1-BS	Calcita	0,70752	6

Taula 5.7. Composició d'estrónci radiogènica de les dolomies de reemplaçament i del ciment esparític de calcita de tipus 2.

Inclusions fluides

Les inclusions fluides dels cristalls de ciment esparític de calcita de tipus 2 són d'origen primari, i la majoria són monofàsiques aquoses a temperatura ambient. També se n'han trobat de bifàsiques i són les que s'han mesurat. La mida d'aquestes inclusions fluides varia d'entre 10 i 20 μm .

Les temperatures d'homogeneïtzació (Th) varien des de 43°C fins a 60°C. La temperatura de fusió del gel (Tmi) varia entre -0,9°C i -1,9°C. Aquestes temperatures indiquen unes aigües molt poc salines, amb composició similar a les de les aigües meteòriques (Figura 5.15, Taula 5.8).

Mostra		Mineralogia	Th (°C)	Te (°C)	Tmh (°C)	Tmi (°C)	Tsupercooling (°C)	Observacions
cc-1 de FEJ	#1	Calcita	60			-1,2		
	#2	Calcita	45					
	#3	Calcita	60					
	#4	Calcita	45					
	#5	Calcita	43					
	#6	Calcita	49					
	#7	Calcita				-0,9		
	#8	Calcita				-1,9	-43,9	
	#9	Calcita				-1,9	-46,8	

Taula 5.8. Dades d'inclusions fluides dels cristalls de calcita del ciment esparític de calcita de tipus 2.

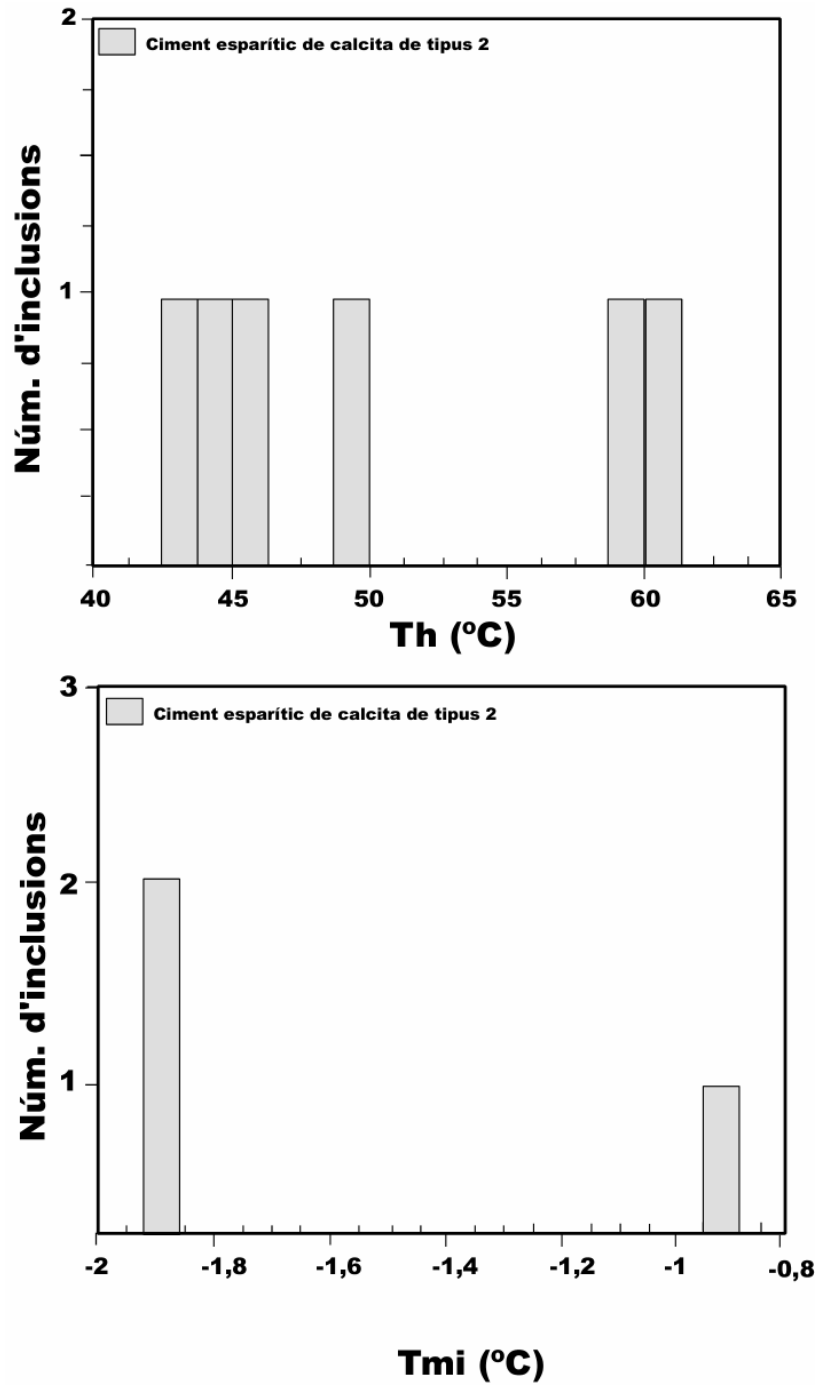


Figura 5.15. Dades obtingudes de l'anàlisi de la temperatura d'homogeneïtzació i la temperatura de fusió del gel de les inclusions fluides de ciments esparítics de calcita de tipus 2.

5.2.3. Les Talaies

Geometria i característiques del cos dolomític

A la zona de les Talaies de la Salzedella hi apareixen la Fm. de Mas d'Ascla i la Fm. de Bovalar. La Fm. de Bovalar esta localment dolomititzada. En aquesta zona Salas 1987, va definir formalment les dolomies que hi apareixen com a Fm. Dolomies de les Talaies.

Les dolomies d'aquesta zona estan disposades en un conjunt de cossos dolomítics asimètrics, que estan limitats per falles. La direcció d'aquestes falles varia des de WNW-ESE a la part més nord fins a una direcció NE-SW a la part sud. Les falles tenen pocs metres de salt. La distància entre dues falles és variable, i per tant la longitud dels cossos dolomítics varia.

El cos dolomític més gran té una llargada de fins a 5 km, una amplada de 2,5 km i la seva potència és variable fins a un màxim de 150 m (Figura 5.16 i Figura 5.17).

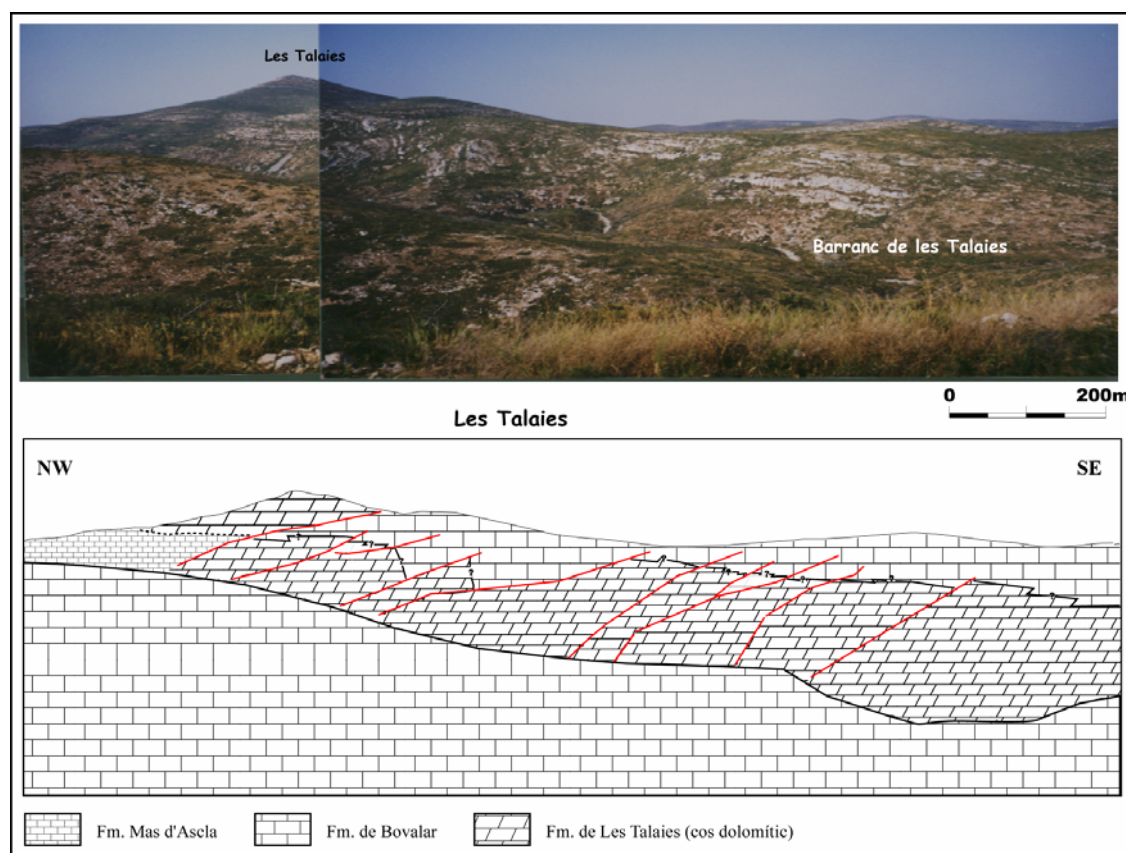


Figura 5.16. Fotografia i esquema general de la zona de Les Talaies (muntanya de les Talaies i Barranc de les Talaies).

La part alta del cos dolomític passa gradualment a les calcàries de la Fm. de Bovalar. Aquest límit es pot observar en el Barranc de les Talaies. A la part baixa del cos dolomític s'observa com els materials calcaris de la part alta de la Fm. de Mas d'Ascla passen gradualment (en pocs metres) a les dolomies de la Fm. de les Talaies. Aquest pas gradual s'observa a la base de la muntanya de les Talaies.

El cos dolomític és massiu, de color gris clar i blanc i cap a sostre passa a nivells mètrics i centimètrics de dolomia que s'alternen amb nivells de mida decimètrica de la roca calcària encaixant.

El cos dolomític ha estat afectat per fractures mil·limètriques i centimètriques de dos tipus: a) unes fractures difoses (*healed fractures*) que estat omplertes per una primera generació de ciment dolomític que creix amb continuïtat òptica amb les dolomies del cos dolomític i b) unes fractures molt netes que han estat omplertes per una primera generació de ciment de dolomia barroca que creix sense continuïtat òptica amb les dolomies del cos dolomític i una segona generació de ciment esparític de calcita de tipus 1.

Els cossos dolomítics estan desdolomititzats en més o menys proporció.

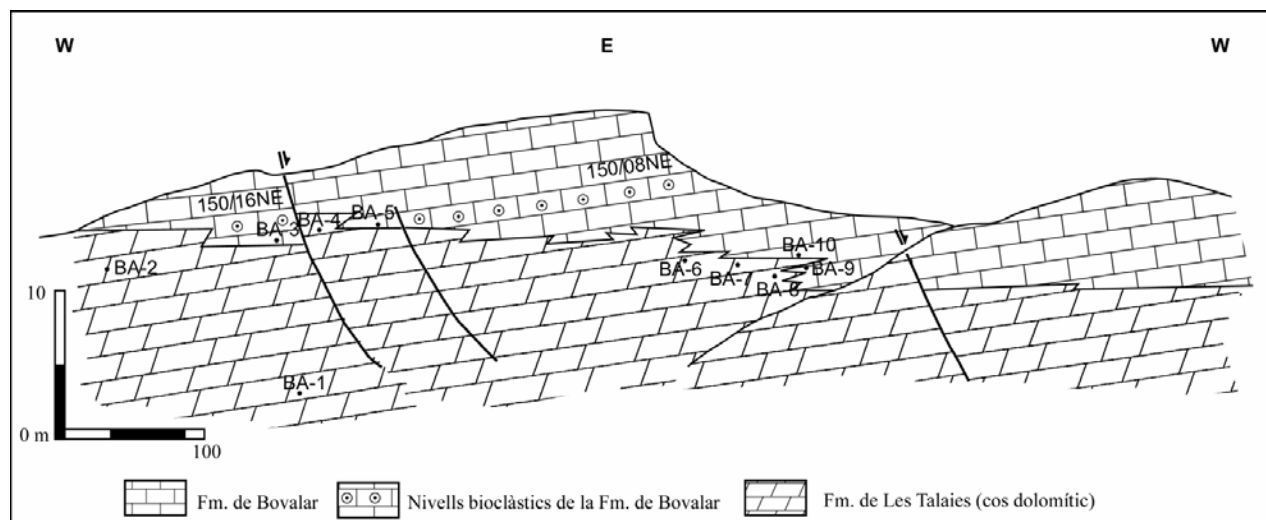


Figura 5.17. Estructura i litologia d'un punt del Barranc de Les Talaies, a la zona pròxima del Mas d'Ascla.

Diagènesi predolomitització

Els processos diagènètics que s'han observat que afecten les calcàries de la Fm. de Bovalar a la zona de Les Talaies prèviament a la dolomitització han estat: la micritització

(envoltes micrítiques), la cimentació (ciment elongat de LMC, ciment esparític en disposició rim de LMC i ciment esparític de LMC) i la compactació mecànica (oòlits amb les envoltes trencades i el ciment elongat de LMC també trencat).

Petrologia

Les principals litologies que hi ha als cossos dolomítics de la zona de Les Talaies són: dolomies, desdolomies i ciments de calcita postdolomitització.

Dolomies

Els principals tipus de dolomies a la zona de Les Talaies són: els rombòedres aïllats de dolomita, les dolomies de reemplaçament, el ciment dolomític i el ciment de dolomia barroca.

1. Els rombòedres aïllats de dolomita són cristalls euèdrics de 20 a 50 μm o fins i tot de 80 μm i no estan zonats. Generalment, els rombòedres reemplacen la matriu dels wackestones i packstones. El grau de dolomitització pot arribar fins a un 70%. També s'observen rombòedres aïllats de dolomita d'unes 30 μm de característiques molt similars als anteriors que estan associats als plans d'estilolitització, semblants als descrits per Wanless (1979).

2. Les dolomies de reemplaçament estan formades per cristalls subèdrics i euèdrics de mida molt variable, entre 21 i 210 μm . La fàbrica de les dolomies és penetrativa no-destructiva i localment hi ha restes d'antics components oolítics (Figura 5.18A i 5.18B) i bioclàstics. La morfologia i la mida dels cristalls està en funció de la textura de la roca calcària precursora. Els cristalls de dolomita que reemplacen wackestones i/o packstones són subèdrics, no estan zonats i tenen una mida entre 21 i 100 μm , mentre que els cristalls de dolomita que reemplacen grainstones són euèdrics, estan zonats amb un nucli fosc i una envolta clara i la mida del cristall és superior a 100 μm . La porositat de les dolomies de reemplaçament varia entre el 5 i el 10 % tot i que posteriorment va ser ocupada per ciment esparític de calcita de tipus 1. Al microscopi de catodoluminiscència els nuclis dels cristalls de dolomita són taronja opacs luminiscent i les envoltes són groc luminiscent.

3. El ciment dolomític està format per cristalls euèdrics (ròmbics) molt nets i localment zonats. La mida dels cristalls varia de 50 a 250 μm . El nombre d'envoltes és variable. El

ciment dolomític es troba com a primera generació de ciment que omple porositat intercrystal.lina, porositat vacuolar i porositat fractura.

4. El ciment de dolomia barroca està format per grans cristalls, de fins a 1 mm de llargària, amb cares i plans d'exfoliació corbats i extinció ondulant. Els cristalls que formen el ciment de dolomia barroca estan localment zonats i omplen porositat vacuolar. Les dimensions d'aquestes cavitats varien des de 500 µm a 5 mm. (Figura 5.18C i 5.18D).

Desdolomies

Els principals tipus de desdolomies de la zona de Les Talaies són: les desdolomies xenotòpiques i les desdolomies de ciment de dolomia barroca.

1. Les desdolomies xenotòpiques estan formades per cristalls anèdrics de calcita, amb les cares completament irregulars de mida microsparítica, no superior a 50 µm. Localment es preserven alguns pseudomorfs de rombòedres de dolomita. Aquesta desdolomia afecta les dolomies de reemplaçament i al ciment dolomític. Associat a aquesta desdolomia localment hi ha una porositat vacuolar que ha estat ocupada per ciment esparític de calcita de tipus 1.

2. Les desdolomies del ciment de dolomia barroca estan formades per cristalls de calcita amb la morfologia del ciment de dolomia barroca, mesurant al voltant de 1mm i amb les cares corbades. Aquests cristalls es presenten com a calcita (desdolomita) amb control textural o bé com a calcita (desdolomita) sense control textural (Figura 5.18C i 5.18D). En el primer cas la desdolomitització afecta a algunes envoltas de la dolomia barroca i es presenta en cristalls de mida al voltant de 30 µm. En el segon cas la calcita reemplaça el ciment de dolomia barroca deixant tan sols restes d'òxids de ferro acumulats als plans d'exfoliació i a la porositat vacuolar. Aquests cristalls de calcita estan en continuïtat òptica amb el ciment de calcita que acaba d'omplir la porositat. A visu els cristalls són de color marró.

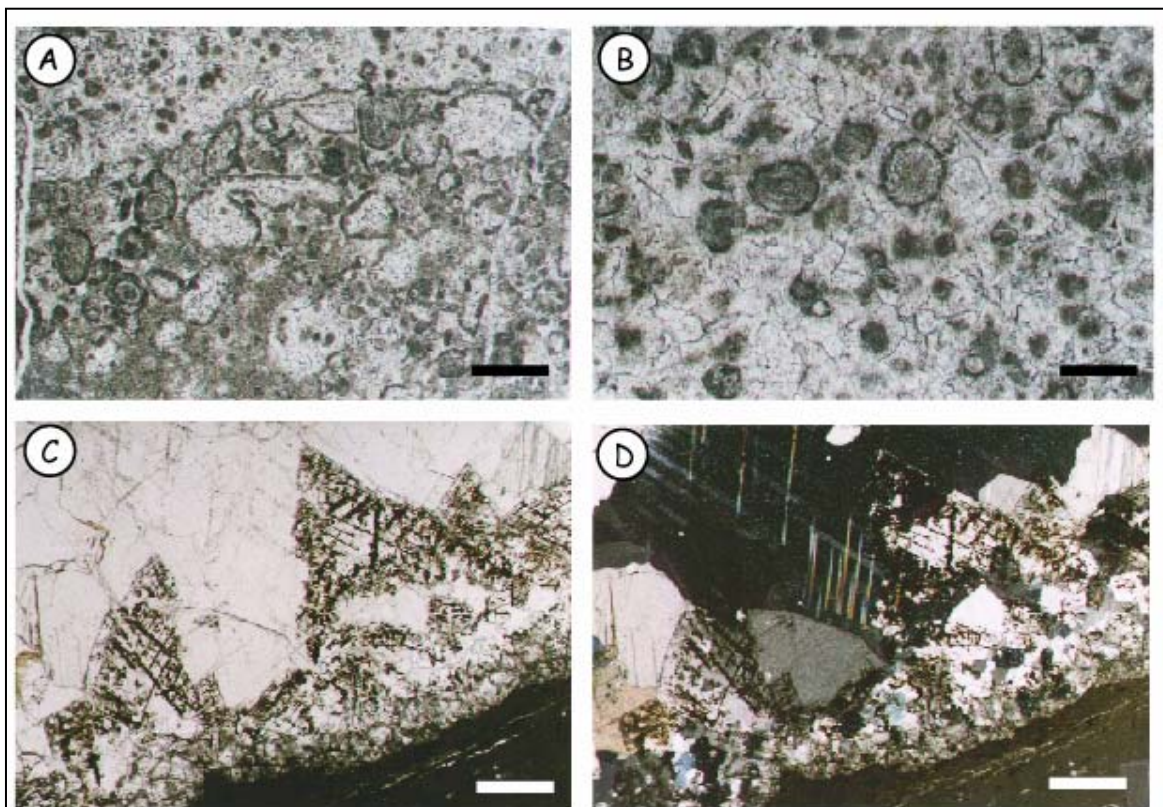


Figura 5.18. A. Dolomies de reemplaçament on es conserven fantasmes d'òolits. Mostra MT-6. Barra de 250 µm. B. Dolomies de reemplaçament amb fantasmes d'òolits. Mostra MT-6. Barra de 500 µm. C. Ciment de dolomia barroca totalment desdolomititzat, omplint porositat vacuolar i una última generació de ciment esparític de calcita de tipus 1. Mostra MT-1. Barra de 250 µm. D. La mateixa imatge a nícols creuats. Mostra MT-1. Barra de 250 µm.

Ciments de calcita postdolomitització

A la zona de Les Talaies es distingeixen un sol tipus de ciment de calcita: el ciment esparític de calcita de tipus 1.

1. El ciment esparític de calcita de tipus 1 està format per cristalls equidimensionals de 200-400 µm. Els cristalls omplen porositat intercrystal.lina, vacuolar i porositat fractura. Aquest ciment està associat a la presència de desdolomies. Al microscopi de catodoluminiscència aquest ciment es pot presentar de dues formes amb luminiscències ben diferenciades: a) presenten una luminiscència bandada amb unes envoltres taronja brillants luminiscent alternant amb envoltres no luminiscent, i b) són no luminiscent.

Mineralogia: estequiometria

La mineralogia de les dolomies de reemplaçament varia entre el 36,0 i el 44,2 % molar de $MgCO_3$, amb un valor mitjà de 41,6 % molar. En general són dolomies poc estequiomètriques (Taula 5.9).

Geoquímica elemental

El contingut d'elements traça de les dolomies de reemplaçament és el següent: el Mn té valors que van des de 16 fins a 40 ppm, el Fe varia des <l.d. fins a 560 ppm (tot i que en algun cristall pot arribar fins als 7356 ppm). Els valors de Sr varien al voltant de 30 ppm i el Na presenta valors que varien des <l.d. fins a 380 ppm (Taula 5.9).

En l'anàlisi les desdolomies, en roca total, el contingut en Mn varia des de <l.d. fins a 30 ppm i el Sr varia des de <l.d. fins a 60 ppm.

		MgCO ₃	CaCO ₃	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Dolomies de reemplaçament	Màxim	44,2	62,4	40	7360	-	-
	Mínim	35,9	55,8	20	<l.d.	-	-
	Promig	41,6	58,0	-	-	30	-
	Desviació	1,8	1,6	-	-	-	-
		n=37	n=37	n=2	n=15	n=1	

Taula 5.9. Estequiometria i geoquímica elemental.

Isòtops estables

La composició isotòpica d'oxigen de la roca calcària encaixant varia entre -3,7 i -2,9 ‰ PDB amb un valor mitjà de -3,4 ‰ PDB i la composició isotòpica de carboni varia entre +0,5 i +1,0 ‰ PDB amb un valor mitjà de +0,8 ‰ PDB (Figura 5.19, Taula 5.10).

Les dolomies de reemplaçament presenten valors de $\delta^{18}O$ que varien entre -6,9 i -3,7 ‰ PDB i un valor mitjà de -5,9 ‰ PDB. i valors de $\delta^{13}C$ varien entre +1,4 i +2,1 ‰ PDB amb un valor mitjà de +1,7 ‰ PDB (Figura 5.19, Taula 5.10).

Les desdolomies de ciment de dolomia barroca tenen un valor de $\delta^{18}O$ de -8,8 ‰ PDB i de $\delta^{13}C$ de -3,7 ‰ PDB (Figura 5.19, Taula 5.10).

El ciment esparític de calcita de tipus 1 té un valor de $\delta^{18}O$ de -7,4 ‰ PDB i un valor de $\delta^{13}C$ de -2,0 ‰ PDB (Figura 5.19, Taula 5.10).

	Mostra	Textura/Mineralogia	$\delta^{13}\text{C}$ PDB	$\delta^{18}\text{O}$ PDB
Roca calcària encaixant	MT-1A	Wackestone/calcita	+0,5	-3,5
	MT-5	Wackestone/calcita	+0,9	-3,7
	BA-10	Packstone/calcita	+1,0	-2,9
Dolomies de reemplaçament	MT-6	Dolomita	+1,6	-4,9
	MT-8	Dolomita	+2,0	-6,9
	BA-1	Dolomita	+1,4	-6,2
	BA-2	Dolomita	+1,8	-6,9
	BA-6	Dolomita	+1,4	-6,8
	BA-7	Dolomita	+2,1	-3,7
Desdolomies xenotòpiques	MT-1B	Calcita	-3,7	-8,8
Ciment esparític de calcita de tipus 1	MT-1C	Calcita	-2,0	-7,4

Taula 5.10. Composició isotòpica de carboni i oxigen.

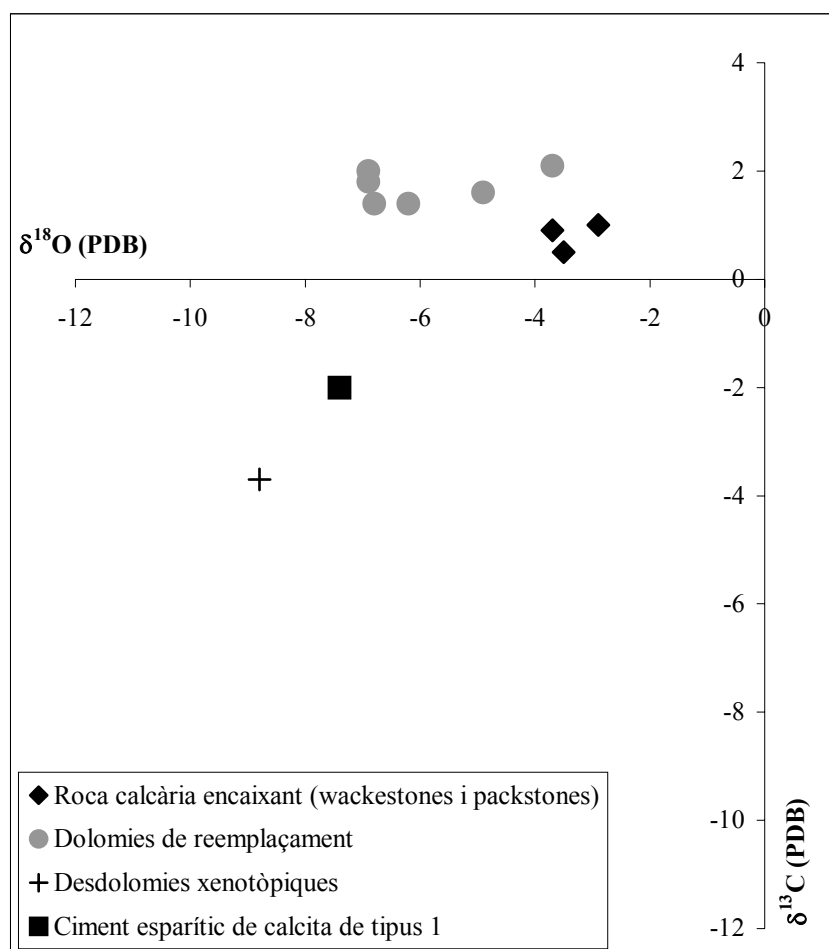


Figura 5.19. Composició isotòpica de carboni i oxigen de la roca calcària encaixant de la Fm. de Bovalar i de les 3 litologies dels cossos dolomítics de la Fm. de Les Talaies.

Isòtops radiogènics

Els valors isotòpics de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de la roca calcària encaixant és de 0,70724 i d'una dolomia de reemplaçament és de 0,70753 (Taula 5.11).

	Mostra	Textura/Mineralogia	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Error
Roca calcària encaixant	BA-10	Packstone/calcita	0,70724	6
Dolomies de reemplaçament	BA-1	Dolomita	0,70753	10

Taula 5.11. Composició isotòpica d'estrónci radiogènic de les dolomies de reemplaçament.

Inclusions fluides

Les inclusions fluides de la zona de les Talaies són d'origen primari. Les inclusions fluides que es poden mesurar més fàcilment estan situades a les envoltes més clares dels cristalls subèdrics i euèdrics de les dolomies de reemplaçament. Es tracta d'inclusions de mida entre 3 i 10 μm i bifàsiques.

Les temperatures d'homogeneïtzació (Th) varien des de 85 °C fins a 122 °C amb un valor mitjà de 107 °C. S'ha calculat una temperatura en una inclusió de 69 °C. Les temperatures eutèctiques de les inclusions en dolomita varien entre -59 °C i -53 °C, reflectint la temperatura eutèctica del sistema $\text{NaCl}-\text{CaCl}_2\pm\text{MgCl}_2-\text{H}_2\text{O}$ (Goldstein i Reynolds, 1994). La temperatura de fusió del gel (Tmi) de les inclusions mesurades varia entre -12 °C i -21 °C. Aquestes temperatures indiquen una salinitat de les aigües d'entre el 16 i el 23 % en pes equivalent de NaCl (Allan i Wiggins, 1993) (Figura 5.20, Taula 5.12).

Mostra	Mineralogia	Th (°C)	Te (°C)	Tmh (°C)	Tmi (°C)	Tsupercooling (°C)	Observacions	
MT-6	#1	Dolomita	99,5	-53/-54	-21,9	-16,4	-67,5	Estirament Bona Estrangulament Bona
	#2	Dolomita	69,4	-53/-54	-21,9	-16,4		
	#3	Dolomita	111,7	<-53	-22	-20,5	-72,4	
	#4	Dolomita					-69,1	
	#5	Dolomita		-59	-26,3	-16,6		
	#6	Dolomita	104,3	-58,1		-15,9	-69	
	#7	Dolomita	85,5					
	#8	Dolomita	> 120		-21,6	? -14,9/-9,3	-68	
	#9	Dolomita	117/120		-19,8	-16,1		
	#10	Dolomita	> 114					
	#11	Dolomita	102,5					
	#12	Dolomita	100			-18,5		

Taula 5.12. Dades de les inclusions fluides de les dolomies de reemplaçament.

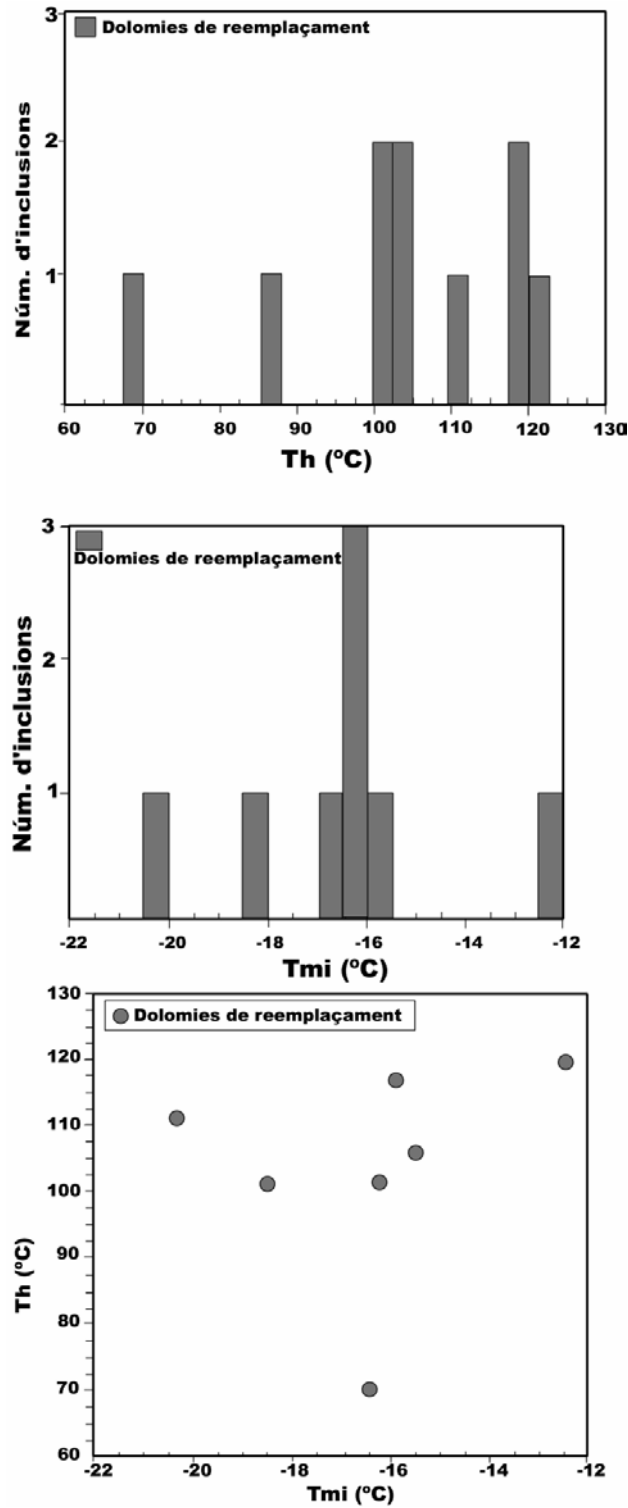


Figura 5.20. Gràfics amb les dades d'inclusions fluides (Th: temperatura d'homogeneïtzació i Tmi: temperatura de fusió del gel) de les dolomies de reemplaçament.

5.2.4. La Salzedella-Santa Magdalena de Polpís

Geometria i característiques del cos dolomític

El cos dolomític de la zona de La Salzedella-Santa Magdalena de Polpís està encaixat en les calcàries de la Fm. Bovalar. Les calcàries estan bàsicament constituïdes per nivells de packstones i grainstones peloidals. També hi ha oòlits, foraminífers, algues dascicladals, fragments de bivalves i gasteròpodes. El cos dolomític té una geometria tabular i està limitat a ambdós bandes per falles de direcció N-S (Figura 5.21). La distància màxima que hi ha entre les dues falles és de 5 a 6 m. L'espessor de dolomia d'aquest cos és d'aproximadament 3,5 m.

Associat al bloc inferior del pla de la falla del cantó oest hi ha un nivell de bretxes dolomítiques de fins a 0,5 m d'amplada. El cos dolomític té porositat vacuolar i *box work*. Les dolomies són de color marró a groc. Localment aquestes dolomies estan desdolomititzades.

A part de les dues falles principals que delimiten la geometria del cos dolomític, també hi ha altres fractures. La mida d'aquestes fractures és variable, des de μm fins als 5 mm. Localment aquestes fractures estan plenes de ciment, principalment de ciment dolomític i ciment esparític de calcita de tipus 1.

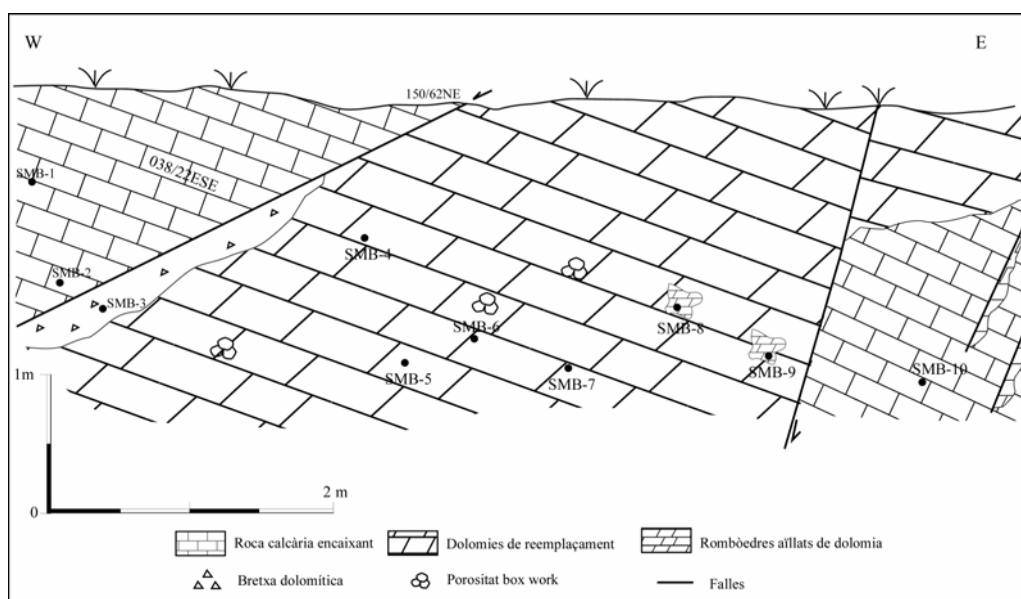


Figura 5.21. Dibuix esquemàtic del cos dolomític de la zona de La Salzedella-Santa Magdalena de Polpís, amb les diferents litologies identificades i la situació de les mostres.

Petrologia

Les principals litologies que hi ha als cossos dolomítics de la zona de La Salzedella-Santa Magdalena de Polpís són: dolomies, desdolomies i ciments de calcita postdolomitització.

Dolomies

Els principals tipus de dolomies que es distingeixen en aquesta zona són: els rombèdres aïllats de dolomita, les dolomies de reemplaçament, el ciment dolomític i el ciment de dolomia barroca.

1. Els rombèdres aïllats de dolomita són cristalls euèdrics de mida entre 14 i 210-280 μm . Són cristalls que tenen un nucli fosc i una envolta més clara. Aquests cristalls reemplacen selectivament a la matriu micrítica però localment també es troben reemplaçant a alguns components (peloids, oòlits i alguns bioclastes). Al microscopi de catodoluminiscència el nucli dels cristalls és no luminescent i l'envolta té una luminescència opaca ataronjada.

2. Les dolomies de reemplaçament estan formades per mosaics de cristalls polimodals. Els cristalls tenen una morfologia des d'anèdrica fins a euèdrica. La mida dels cristalls varia des de 14 fins a 200 μm i localment pot arribar fins a 450 μm . La textura de les dolomies és funció de la mida dels cristalls, els cristalls de mida inferior tenen una textura anèdrica i els cristalls més grossos tenen una textura que va des de subèdrica fins a euèdrica. Tan sols en els casos dels cristalls més euèdrics poden estar zonats i tenen el nucli brut i l'envolta clara. La fàbrica de la roca és penetrativa no-destructiva. La porositat d'aquestes dolomies és intercrystal·lina, tot i que és més elevada en el cas de dolomies amb textura subèdrica i euèdrica que en el cas de dolomies amb textura anèdrica en què la porositat és gairebé nul·la. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls de dolomia tenen luminescència que va de taronja a vermell opac fins a no luminescent.

3. El ciment dolomític està format per cristalls euèdrics nets i localment zonats. La mida dels cristalls varia des de 100 a 210 μm . Generalment aquests cristalls ocupen la primera generació de ciment a l'interior de les porositats vacuolars i fractures. Al microscopi de catodoluminiscència aquest ciment és no luminescent.

4. El ciment de dolomia barroca està format per cristalls euèdrics-subèdrics amb cares i plans d'exfoliació corbats. Són cristalls de mida variable que pot anar de les 200 µm fins a les 400-500 µm. L'aspecte dels cristalls va des de translúcid o molt net, fins a un aspecte brut. Els cristalls tenen extinció ondulant. El ciment de dolomia barroca a vegades constitueix la primera generació de ciment que omple fractures, porositat vacuolar (Figura 5.22A i 5.22B), mòldica i porositat de bretxa (Figura 5.22C i 5.22D), tot i que localment es pot trobar reemplaçant la matriu (dolomia barroca de reemplaçament).

Desdolomies

Els principals tipus de desdolomies són: les desdolomies xenotòpiques i les desdolomies de ciment de dolomia barroca.

1. Les desdolomies xenotòpiques estan formades per cristalls de calcita amb textura anèdrica que tenen una mida de 14 a 100 µm. Les vores dels cristalls són irregulars i presenten un aspecte de mosaic amb porositat gairebé nul·la. Els cristalls tenen extinció pseudondulant. El grau de desdolomitització és del 100% i afecta tant a les dolomies de reemplaçament com al ciment dolomític. Localment associat amb aquestes desdolomies hi ha porositat vacuolar, omplerta per ciment esparític de calcita de tipus 1.

2. Les desdolomies de ciment de dolomia barroca afecten a ciment de dolomia barroca que es troba principalment a les zones de fractures i a l'interior de la porositat vacuolar. Aquests cristalls es presenten com a calcita (desdolomita) amb control textural o bé com a calcita (desdolomita) sense control textural. En el primer cas la desdolomitització afecta a algunes envolttes de la dolomia barroca i es presenta en cristalls de mida al voltant de 30 µm. En el segon cas la calcita reemplaça el ciment de dolomia barroca deixant tan sols restes d'òxids de Fe acumulats als plans d'exfoliació i porositat vacuolar. Aquests cristalls de calcita estan en continuïtat òptica amb el ciment esparític de calcita de tipus 1 que acaba d'omplir la porositat.

Ciments de calcita postdolomitització

De ciments de calcita en aquesta zona se'n distingeixen de dos tipus: el ciment esparític de calcita de tipus 1 i el ciment esparític de calcita de tipus 2.

1. El ciment esparític de calcita de tipus 1 està format per cristalls equigranulars de 30 µm i 500 µm i ocupa porositat vacuolar i porositat fractura. Aquest ciment està associat a la

presència de desdolomies. Al microscopi de catodoluminiscència aquest ciment es pot presentar com a no luminiscent o bé amb una primera etapa no luminiscent i una segona etapa taronja brillant luminiscent.

2. El ciment esparític de calcita de tipus 2 es presenta en una textura poiquiolotòpica i està format per cristalls de mida mm, que engloben a cristalls euèdrics ròmbics de dolomita. Al microscopi de catodoluminiscència aquests cristalls tenen una primera etapa no luminiscent, una segona etapa amb un bandejat de 7 a 10 µm taronja brillant luminiscent amb bandes no luminiscentes, i una última etapa, que erosiona parcialment a l'anterior, homogènia taronja brillant luminiscent.

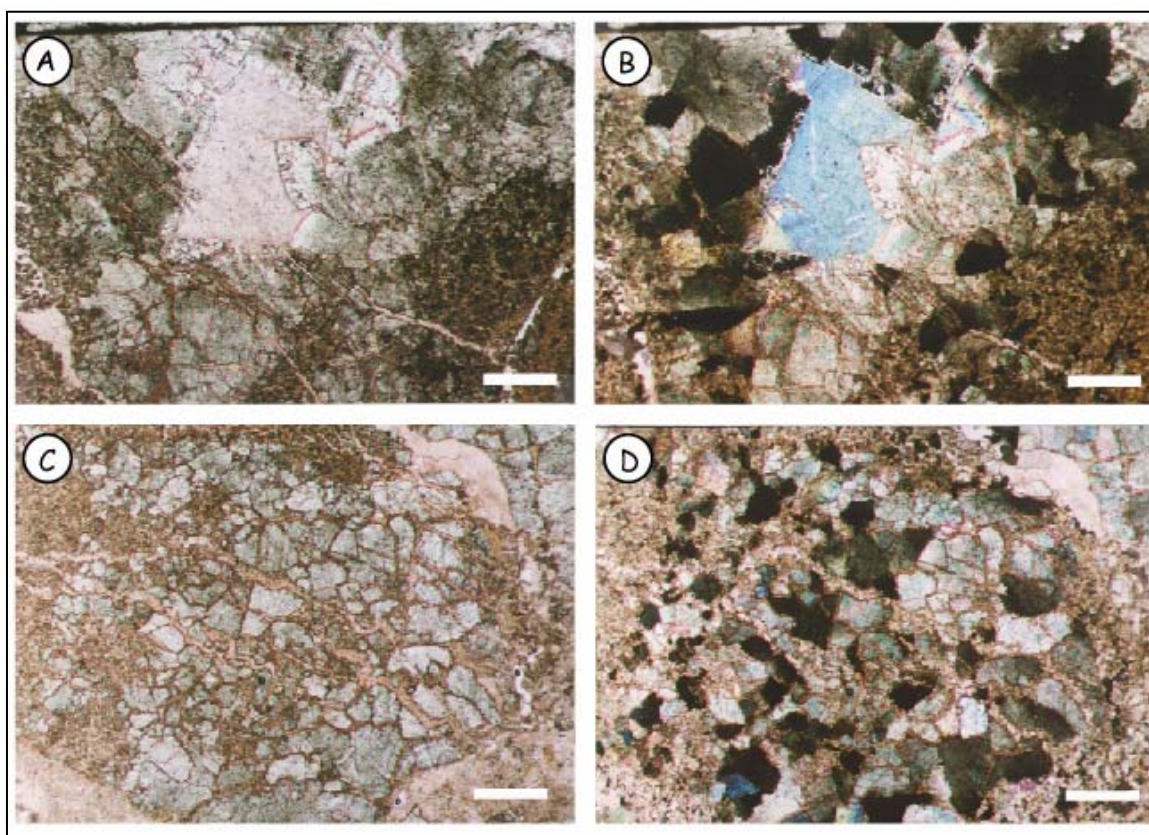


Figura 5.22. **A.** Ciment de dolomia barroca omplint porositat vacuolar. La última generació de ciment és ciment esparític de calcita de tipus 1. Mostra SMB-3. Barra de 250 µm. **B.** La mateixa imatge a nícols creuats. Mostra SMB-3. Barra de 250 µm. **C.** Inici del procés de desdolomitització en ciment de dolomia barroca. Mostra SMB-3. Barra de 250 µm. **D.** La mateixa mostra a nícols creuats. Mostra SMB-3. Barra de 250 µm.

Mineralogia: estequiometria

Els rombèdres aïllats de dolomita tenen un valor mitjà molar de $MgCO_3$ de 43,6 % amb un rang que varia des de 42,0 a 45,3 % molar de $MgCO_3$. Les dolomies de

reemplaçament tenen un valor mitjà de 41,6 % molar de MgCO₃ amb una variació des de 41,0 a 42,3 % molar. La composició del ciment dolomític oscil.la entre el 40,1 i el 44,0 % molar de MgCO₃ amb un valor mitjà de 42,3 % molar de MgCO₃ (Taula 5.13).

Les desdolomies xenotòpiques tenen valors que varien entre 2,9 i 28,5 % molar de MgCO₃ amb un valor mitjà de 14,9 % molar de MgCO₃. Les desdolomies de ciment de dolomia barroca tenen valors de MgCO₃ que varien entre 0,4 i 27,2 % molar amb un valor mitjà de 7,8 % molar de MgCO₃ (Taula 5.13).

Geoquímica elemental

Els rombòedres aïllats de dolomita presenten uns valors de Fe que van des del límit de detecció (l.d.) fins a 1070 ppm, mentre que els valors de Mn, Sr i Na estan sempre per sota els límits de detecció. Les dolomies de reemplaçament mostren continguts de Mn, Fe, Sr i Na sempre per sota els límits de detecció (Taula 5.13).

Les desdolomies xenotòpiques només enregistren els valors de Fe que varien des de l.d. fins a 7450 ppm. Les desdolomies de ciment de dolomia barroca només han enregistrat un valor de 430 ppm de Fe.

El ciment esparític de calcita de tipus 1 té un valor mitjà de Mg de 1760 ppm en un rang que varia des de 730 fins a 2850 ppm, i un contingut de Fe que varia des <l.d. fins a 600 ppm. El ciment esparític de calcita de tipus 2 té un valor mitjà de Mg de 1490 ppm comprès en un rang que varia des de 430 fins a 2960 ppm i el contingut de Fe varia des <l.d. fins a 650 ppm (Taula 5.13).

		MgCO ₃	CaCO ₃	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Rombòedres aïllats de dolomita	Màxim	45,3	57,1	-	1070	-	-
	Mínim	42,0	53,7	-	<l.d.	-	-
	Promig	43,6	55,2	-	-	-	-
	Desviació	0,7	0,7	-	-	-	-
		n=27	n=27		n=9		
Dolomies de reemplaçament	Màxim	42,3	58,8	-	-	-	-
	Mínim	41,0	56,1	-	-	-	-
	Promig	41,6	57,4	-	-	-	-
	Desviació	0,9	1,9	-	-	-	-
		n=2	n=2				
Ciment dolomític	Màxim	44,0	58,9	-	-	-	-
	Mínim	40,1	55,0	-	-	-	-
	Promig	42,3	56,4	-	-	-	-
	Desviació	1,4	1,2	-	-	-	-
		n=10	n=10				

		MgCO ₃	CaCO ₃	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na	
Desdolomies xenotòpiques	Màxim	28,5	93,4	-	7750	-	-	
	Mínim	2,9	69,7	-	<1.d.	-	-	
	Promig	14,9	83,2	-	-	-	-	
	Desviació	10,9	10,1	-	-	-	-	
		n=10	n=10		n=7			
Desdolomies de ciment de dolomia barroca	Màxim	27,2	98,1	-	-	-	-	
	Mínim	0,4	73,4	-	-	-	-	
	Promig	7,8	91,1	-	430	-	-	
	Desviació	10,0	9,2	-	-	-	-	
		n=18	n=18		n=1			
		ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na	
Ciments de calcita postdolomitització	Ciment esparític de calcita de tipus 1	Màxim	2850	396900	-	600	-	-
		Mínim	730	387550	-	<1.d.	-	-
		Promig	1760	392440	-	-	-	-
		Desviació	890	2880	-	-	-	-
		n=9	n=9		n=6			
Ciments de calcita de tipus 2	Ciment esparític de calcita de tipus 2	Màxim	2960	398630	-	650	-	-
		Mínim	430	385670	-	<1.d.	-	-
		Promig	1490	392570	-	-	230	-
		Desviació	830	3440	-	-	-	-
		n=17	n=17		n=4	n=1		

Taula 5.13. Estequiometria i geoquímica elemental

Isòtops estables

La composició isotòpica d'oxigen de la roca calcària encaixant varia entre -5,0 ‰ PDB (wackestones) i -8,1 ‰ PDB (grainstone). La composició isotòpica de carboni de la roca calcària encaixant és d'entre -2,1 ‰ PDB (wackestones) i -1,2 ‰ PDB (grainstone) (Figura 5.23, Taula 5.14).

Les dolomies de reemplaçament tenen valors de $\delta^{18}\text{O}$ entre -7,9 i -6,1 ‰ PDB amb un valor mitjà de -6,8 ‰ PDB i valors de $\delta^{13}\text{C}$ entre +0,2 i +1,6 ‰ PDB amb un valor mitjà de +0,9 ‰ PDB. El ciment dolomític té un valor de $\delta^{18}\text{O}$ de -7,9 ‰ PDB i de $\delta^{13}\text{C}$ de +0,7 ‰ PDB (Figura 5.23, Taula 5.14).

La composició isotòpica d'oxigen de les desdolomies xenotòpiques varia entre -8,8 i -8,0 ‰ PDB amb un valor mitjà de -8,4 ‰ PDB i la composició isotòpica de carboni varia entre -5,8 i -4,9 ‰ PDB i un valor mitjà de -5,3 ‰ PDB (Figura 5.23, Taula 5.14).

El ciment esparític de calcita de tipus 1 té valors de $\delta^{18}\text{O}$ de -9,9 ‰ PDB i de $\delta^{13}\text{C}$ de -3,8 ‰ PDB (Figura 5.23, Taula 5.14).

	Mostra	Textura/Mineralogia	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB)	$\delta^{18}\text{O}$ (PDB)
Roca calcària encaixant	SMB-10.1	Wackestone/calcita	-2,1	-5,0
	SMB-1	Grainstone/calcita	-1,2	-8,1
Dolomies de reemplaçament	SMB-2	Dolomita	+0,2	-7,9
	SMB-5	Dolomita	+1,5	-6,9
	SMB-6	Dolomita	+0,5	-6,5
	SMB-9	Dolomita	+1,6	-6,1
Ciment dolomític	SMB-5B	Dolomita	+0,7	-9,5
Desdolomies xenotòpiques	SMB-4.1	Calcita	-4,9	-8,8
	SMB-4.3	Calcita	-5,8	-8,0
Ciment esparític de calcita de tipus 1	SMB-10.2	Calcita	-3,8	-9,9

Taula 5.14. Composició isotòpica de carboni i oxigen.

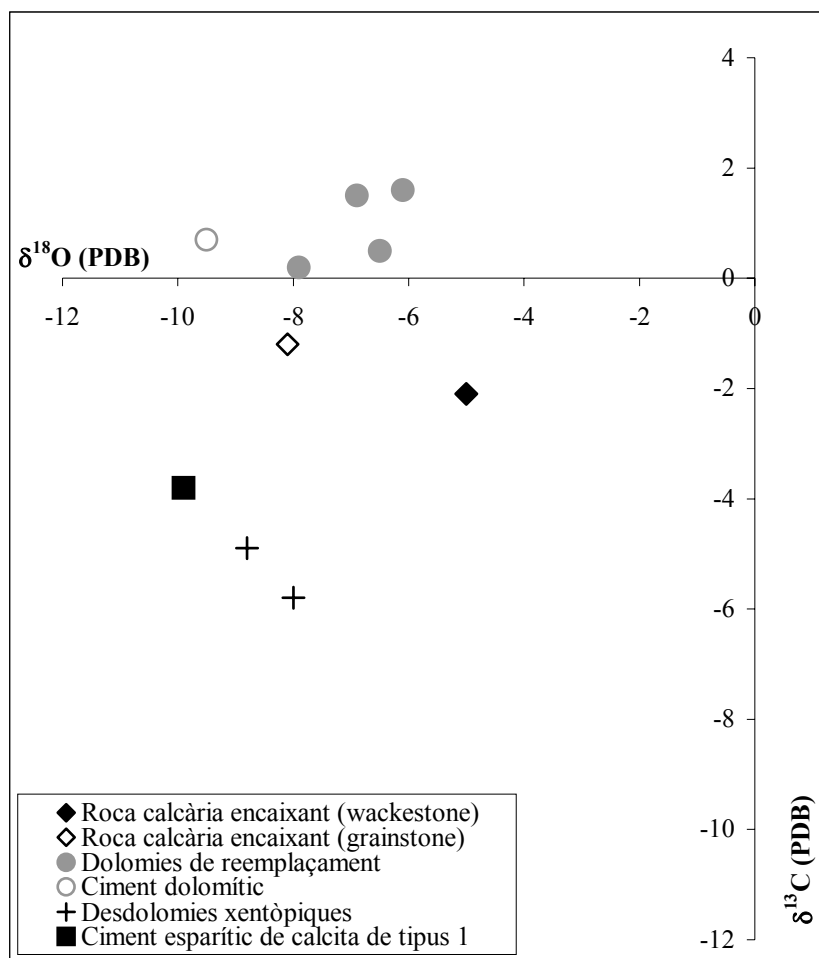


Figura 5.23. Diagrama de la composició isotòpica de carboni i oxigen de les litologies reconegudes a la zona de La Salzedella-Santa Magdalena de Polpís.

Isòtops radiogènics

El valor de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ d'una dolomia de reemplaçament és de 0,70765 i el d'una desdolomia xenotòpica és de 0,70760 (Taula 5.15).

	Mostra	Mineralogia	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Error
Dolomies de reemplaçament	SMB-6	Dolomita	0,70765	9
Desdolomies xenotòpiques	SMB-4	Calcita	0,70760	12

Taula 5.15. Composició isotòpica de Sr radiogènic

5.2.5. Resum del sector de La Salzedella

Els cossos dolomítics estan associats a una falla i presenten una disposició asimètrica en forma de tascó (Alcalà de Xivert).

Els cossos dolomítics estan associats a dues falles i presenten una disposició tabular (Muntanya de Sant Josep, La Salzedella-Santa Magdalena de Polpís).

Els cossos dolomítics presenten un aspecte massiu degut a la superposició de diversos cossos associats a falles (Les Talaies).

Les dimensions dels cossos dolomítics són de decimètrica a decamètrica d'alçada i de mètrica a quilomètrica de llargada.

Fàcies diagenètiques

Les fàcies diagenètiques que s'han observat a la zona de la Salzedella són: la roca calcària encaixant, les dolomies, les desdolomies i els ciments de calcita postdolomitització.

La roca calcària encaixant de la Fm. de Bovalar (Taula 5.16) presenta valors isotòpics d'oxigen ($\delta^{18}\text{O}$) més lleugers que els carbonats marins del Cretaci (Figura 5.26, Taula 5.17) degut als processos diagenètics meteòrics i d'enterrament som. Els valors d'estronci radiogènic ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) coincideixen plenament amb els valors dels carbonats marins del Cretaci (Figura 5.27, Taula 5.18).

Les dolomies es presenten en rombòedres aïllats de dolomia, dolomies de reemplaçament, ciment dolomític i ciment de dolomia barroca (Figura 5.24). Les dolomies en general són no estequiomètriques i presenten un contingut de Fe variable i uns continguts de Mn, Sr i Na molt baixos (Taula 5.16). Els valors de $\delta^{18}\text{O}$ són més lleugers que els de la roca calcària encaixant (Figura 5.26, Taula 5.17) indicant la formació a partir de fluids més calents. Les dolomies de reemplaçament i el ciment dolomític presenten uns valors de $\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^{13}\text{C}$ molt similars (Figura 5.26) fet que reflecteix que s'hagin format a partir del mateix fluid o bé a partir de fluids amb temperatures similars. La composició isotòpica de ^{13}C de les dolomies reflecteix la relació l'origen inorgànic marí del C i per tant la seva procedència és la de la roca calcària encaixant. Els valors de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de les dolomies de reemplaçament reflecteixen

valors marins del Triàsic (Figura 5.27, Taula 5.18). Les temperatures de les dolomies de reemplaçament a partir de les inclusions fluides que varien des 85,5°C fins a 122°C i tenen una salinitat d'entre 16 al 23 % en pes equivalent de NaCl (Figura 5.28, Taula 5.19) indiquen fluids de conca calents i amb una salinitat molt elevada i una composició de NaCl-CaCl₂±MgCl₂-H₂O.

Els cossos dolomítics estan parcialment desdolomititzats. Les desdolomies afecten fins a un 40 % de les dolomies. Les desdolomies es presenten en desdolomies xenotòpiques, desdolomies hipidiotòpiques, desdolomies zonades i desdolomies de ciment de dolomia barroca (Figura 5.25). Les desdolomies en general tenen un contingut de Ca molt variable (grau de reemplaçament dolomita-calcita variable), un contingut en Fe variable i continguts en Mn, Sr i Na baixos (Taula 5.16). Els valors de δ¹⁸O de les desdolomies són molt similars als de les dolomies de reemplaçament, mentre que els valors de δ¹³C són molt més negatius (Figura 5.26, Taula 5.17). Aquest fet indica que les desdolomies han estat generades a partir d'aigües meteòriques.

Els ciments de calcita postdolomitització són: el ciment esparític de calcita de tipus 1 i el ciment esparític de calcita de tipus 2. El ciment esparític de calcita de tipus 1 està associat a la presència de desdolomies i presenta característiques geoquímiques i isotòpiques similars a les desdolomies (Figura 5.26 i Figura 5.27, Taula 5.16, Taula 5.17 i Taula 5.18). El ciment esparític de calcita de tipus 2 té uns valors isotòpics d'oxigen i de carboni més negatius que el ciment esparític de calcita de tipus 1. Aquest fet, juntament amb els valors de les temperatures d'homogeneïtzació (entre 43°C fins a 77°C, amb un màxim a 130°C) i la salinitat (1,7 i 3,4 % en pes equivalent de NaCl, amb un màxim a 7,2 %) (Figura 5.28, Taula 5.19) indiquen fluids calents en general diluïts.

PETROGRAFIA DE LES DOLOMIES									
TIPUS DE DOLOMIES		CARACTERÍSTIQUES DELS CRISTALLS							CL
		Mida del cristall	Morfologia	Límits de les cares	Zonació	Color	Relictes	Altres	
Rombèdres aïllats de dolomia		14-100 µm, fins a 200 µm	Euèdrics (rombèdres)	Planar-e	Localment zonats	Nucli fosc- envolta clara			Nucli no luminescent, envolta dull ataronjada
Dolomies de reemplaçament		14-210 µm	Subèdrics-euèdrics	Planar-s	Localment zonats	Nucli fosc- envolta clara	Localment restes d'oids i peloids		Dull ataronjada luminescent, envolta més luminescents
Ciment dolomític		50-250 µm	Euèdrics ròmbics	Planar-e	Zonats	Blancs, molt nets		Posició: fractura i cavitats	Dull-moderat i no luminescent
Ciment de dolomia barroca		250 µm a 2-5 mm	Euèdrics (cares i plans d'exfoliació corbats)	Planar-e		Blancs, marronosos		Posició: fractura, cavitats i motlles. Extinció ondulant	Dull-ataronjat

Figura 5.24. Principals característiques de les quatre textures dolomítiques.

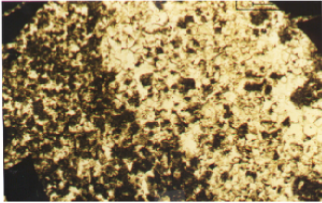
PETROGRAFIA DE LES DESDOLOMIES								
TIPUS DE DESDOLOMIES		CARACTERÍSTIQUES DELS CRISTALLS				Grau de desd.	Procés de desdolomitització	CL
		Mida dels cristalls	Morfologia	Color	Altres			
Desdolomies xenotòpiques		14 a 100 mm	Anèdrics	Marró-brut	Localment pseudorombèdres de dolomia	Del 90 al 100% de la roca	Progressiva de fora cap a dins del crist. Afecta a les dol. de reempl.	No-luminiscent amb motejat luminiscent brillant
Desdolomies hipidiòpiques		100 mm	Euèdrics amb micro-cristalls anèdrics	Brut	Associats a cavitats amb ciment de calcita	Del 50 al 100% de la roca	Afecta a les dolomies de reemplaç. i als romb. aïllats de dolomia	No-luminiscent amb motejat luminiscent brillant
		50 a 100 mm	Subèdrics	Nets				
Desdolomies zonades		Mida variable, segons si són dol. de reempl. o ciment dolomític	Euèdrics	Blancs/Nets		Del 10 al 50% del cristall	Selectiva per bandes	Les bandes desdol. són taronja luminiscents
Desdolomies de ciment de dolomia barroca		Variable	Esparític	Marró-brut	Restes d'òxids de Fe	Del 50 al 70% del cristall	Des de fora del cristall cap a dintre	Dull luminiscents

Figura 5.25. Principals característiques de les quatre textures desdolomítiques.

		ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Roca calcària encaixant total				30		160	
Oòlits i peloids	Màxim	3780	450290	-	2100	-	-
	Mínim	1570	385830	-	<l.d.	-	-
	Promig	2530	394170	-	-	-	-
	Desviació	730	12140	-	-	-	-
		n=12	n=12				
Ciment esparític en disposició rim de LMC	Màxim	3800	458130	-	1190	-	-
	Mínim	1150	384130	-	<l.d.	-	-
	Promig	2650	395160	-	-	-	-
	Desviació	630	9670	-	-	-	-
		n=30	n=30		n=3		
Ciment esparític de LMC	Màxim	4040	405380	-	1140	-	-
	Mínim	<l.d.	377550	-	<l.d.	-	-
	Promig	-	391580	-	-	-	-
	Desviació	-	4160	-	-	-	-
		n=18	n=24		n=13		

		MgCO ₃	CaCO ₃	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Roca dolomítica total		-	-	20	-	50	-
Rombòedres aïllats de dolomita	Màxim	45,3	57,1	-	1070	-	-
	Mínim	42,0	53,7	-	<l.d.	-	-
	Promig	43,6	55,2	-	-	-	-
	Desviació	0,7	0,7	-	-	-	-
		n=27	n=27		n=9		
Dolomies de reemplaçament	Màxim	46,1	65,9	410	7360	490	980
	Mínim	32,5	41,3	10	<l.d.	30	<l.d.
	Promig	42,3	55,5	-	-	-	-
	Desviació	1,4	1,6	-	-	-	-
		n=243	n=243	n=31	n=70	n=16	n=18
Ciment dolomític	Màxim	45,6	64,8	390	610	390	-
	Mínim	33,7	54,6	<l.d.	<l.d.	<l.d.	-
	Promig	42,1	57,1	-	-	-	330
	Desviació	2,1	2,0	-	-	-	-
		n=72	n=72	n=7	n=8	n=2	n=1

		MgCO ₃	CaCO ₃	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Roca desdolomítica total				30		60	
Desdolomies xenotòpiques	Màxim	39,8	103,3	700	7750	820	-
	Mínim	0,1	57,4	10	<l.d.	40	-
	Promig	12,0	86,3	-	-	-	-
	Desviació	7,7	8,7	-	-	-	-
		n=80	n=80	n=12	n=31	n=24	
Desdolomies hipidiotòpiques	Màxim	1,4	99,7	430	1730	460	-
	Mínim	0,2	95,4	<l.d.	<l.d.	<l.d.	-
	Promig	0,7	97,0	-	-	-	-
	Desviació	0,3	0,8	-	-	-	-
		n=24	n=24	n=6	n=7	n=12	
Desdolomies zonades	Màxim	20,5	102,3	-	800	410	-
	Mínim	0,4	78,8	-	<l.d.	<l.d.	-
	Promig	8,3	92,2	290	-	-	-
	Desviació	6,3	6,4	-	-	-	-
		n=7	n=7	n=1	n=5	n=2	n=1
Desdolomies	Màxim	27,2	98,1	-	-	-	-

de ciment de dolomia barroca	Mínim	0,4	73,4	-	-	-	-
	Promig	7,7	91,1	-	430	-	-
	Desviació	10,0	9,2	-	-	-	-
		n=18	n=18		n=1		

		ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Ciment esparític de calcita de tipus 1	Màxim	5490	396900	-	1380	610	-
	Mínim	460	382420	-	<l.d.	<l.d.	-
	Promig	1720	390010	250	-	-	-
	Desviació	2130	3540	-	-	-	-
		n=17	n=17	n=1	n=3	n=5	
Ciment esparític de calcita de tipus 2	Màxim	8780	408840	-	2820	500	780
	Mínim	<l.d.	385670	-	<l.d.	<l.d.	<l.d.
	Promig	-	397375	200	-	-	-
	Desviació	-	4070	-	-	-	-
		n=67	n=69	n=1	n=15	n=2	n=3

Taula 5.16. Estequiometria i geoquímica elemental de fàcies diagenètiques.

			$\delta^{13}\text{C PDB}$	$\delta^{18}\text{O PDB}$
Roca calcària encaixant (wackestone- packstones)	n=16	Màxim	+1,5	-1,4
		Mínim	-2,3	-7,3
		Promig	+0,1	-4,2
		Desviació	+1,0	+1,6
Roca calcària encaixant (grainstones)	n=4	Màxim	+0,9	-4,0
		Mínim	-3,8	-8,1
		Promig	-1,7	-6,0
		Desviació	+2,0	+1,9
Esquelets de bioclastes (gasteròpode i ostreid)	n=2	Màxim	-3,8	-4,7
		Mínim	+1,1	-7,0
		Promig	-1,4	-5,9
		Desviació	+3,5	+1,6
Dolomies reemplaçament	n=34	Màxim	+2,8	-3,7
		Mínim	-2,5	-9,8
		Promig	+1,1	-6,2
		Desviació	+1,3	+1,4
Desdolomies xenotòpiques	n=16	Màxim	-0,3	-5,5
		Mínim	-7,5	-8,8
		Promig	-4,8	-6,8
		Desviació	+1,7	+1,1
Ciment de calcita de tipus 1	n=2	Màxim	-2,0	-7,4
		Mínim	-3,8	-9,9
		Promig	-2,9	-8,7
		Desviació	+1,3	+1,8
Ciment de calcita de tipus 2	n=7	Màxim	-0,7	-5,7
		Mínim	-7,0	-11,2
		Promig	-4,7	-8,6
		Desviació	+2,8	+1,9

Taula 5.17. Composició isotòpica de carboni i oxigen.

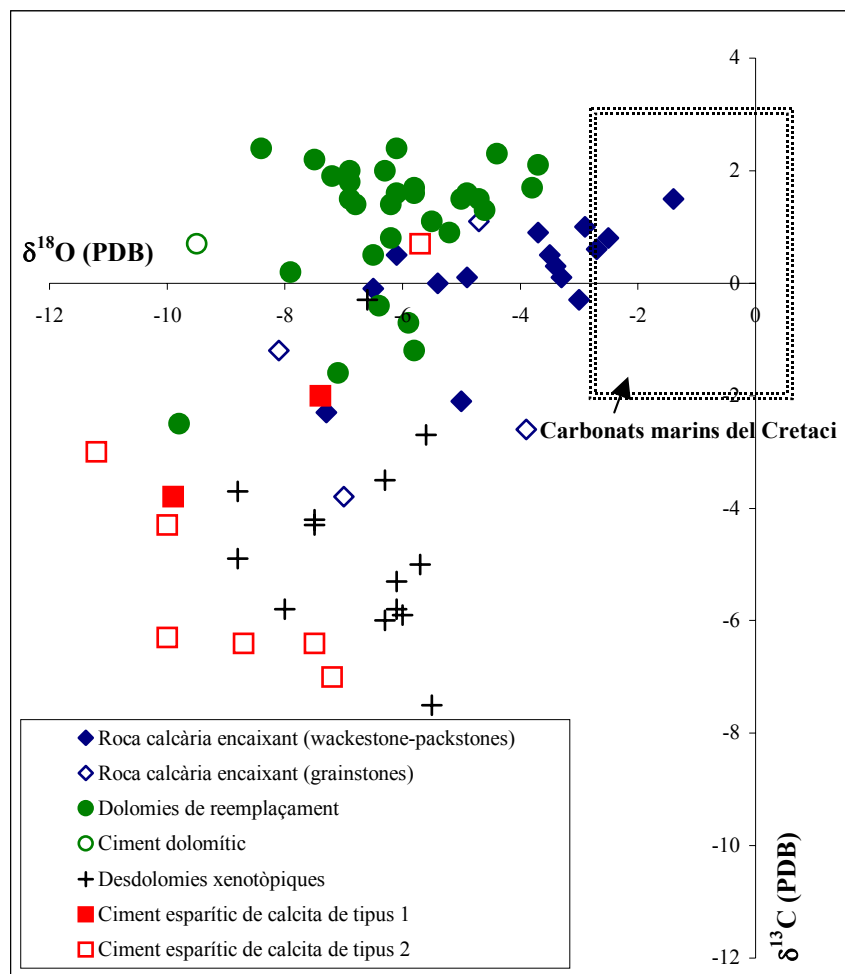
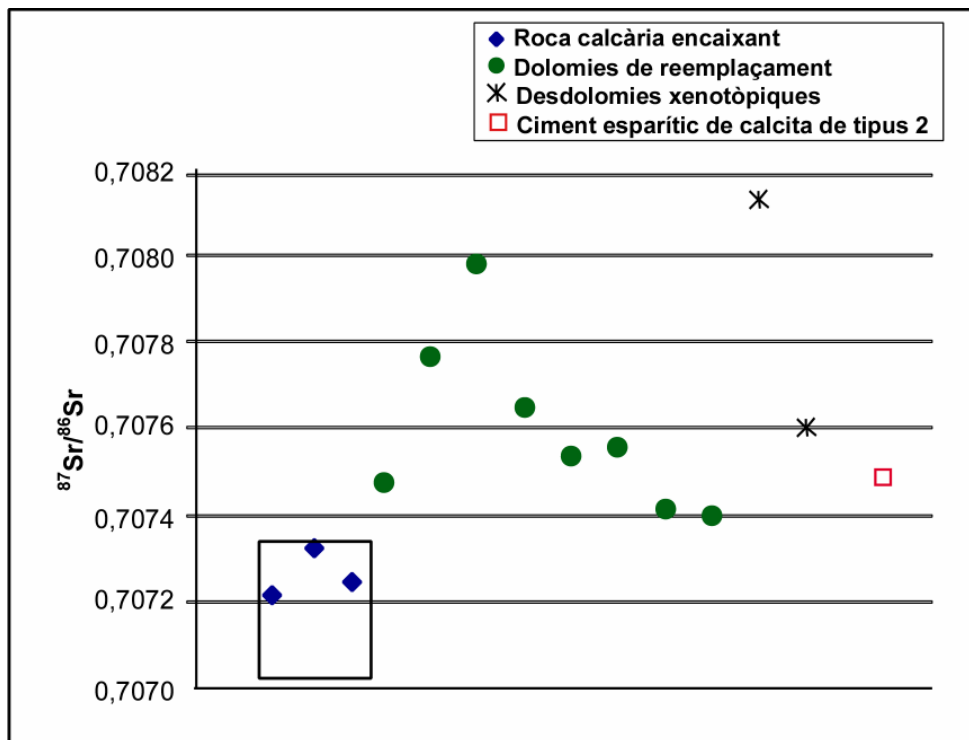


Figura 5.26. Diagrama de la composició isotòpica d'oxigen i de carboni de les litologies identificades al sector de La Salzedella.

	Mostra	Textura/mineralogia	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Error
Roca calcària encaixant	AX-19	Packstone/calcita	0,70721	13
	AX-27A	Packstone/calcita	0,70733	6
	BA-10	Packstone/calcita	0,70724	6
Dolomies de reemplaçament	AX-12	Dolomita	0,70748	6
	AX-17	Dolomita	0,70777	11
	AX-25	Dolomita	0,70798	11
	SMB-6	Dolomita	0,70765	9
	BA-1	Dolomita	0,70753	10
	FEJ-15	Dolomita	0,70756	19
	FEJ-17	Dolomita	0,70741	6
	BS-11	Dolomita	0,70740	7
Desdolomies xenotòpiques	AX-20	Calcita	0,70813	18
	SMB-4	Calcita	0,70760	12
Ciment esparític de calcita de tipus 2	1-BS	Calcita	0,70752	6

Taula 5.18. Composició isotòpica de l'estrónci radiogènic.


 Figura 5.27. Composició isotòpica d'estrónci radiogènic de la roca calcària encaixant, de les dolomies de reemplaçament, les desdolomies xenotòpiques i del ciment esparític de calcita de tipus 2 en el sector de La Salzedella. El rectangle comprèn els valors de l'aigua marina del Titònic-Berriasià segons la corba de Burke *et al.*, 1982.

Mostra		Mineralogia	Th (°C)	Te (°C)	Tmh (°C)	Tmi (°C)	Tsupercooling (°C)	Observacions
MT-6	#1	Dolomita	99,5	-53/-54	-21,9	-16,4	-67,5	Streching Bona Necking Bona
	#2	Dolomita	69,4	-53/-54	-21,9	-16,4		
	#3	Dolomita	111,7	<-53	-22	-20,5	-72,4	
	#4	Dolomita					-69,1	
	#5	Dolomita		-59	-26,3	-16,6		
	#6	Dolomita	104,3	-58,1		-15,9	-69	
	#7	Dolomita	85,5					
	#8	Dolomita	> 120		-21,6	¿? -14,9/-9,3	-68	
	#9	Dolomita	117/120		-19,8	-16,1		
	#10	Dolomita	> 114					
	#11	Dolomita	102,5					
	#12	Dolomita	100			-18,5		
AX-29	#1	Calcita				-2,3		
	#2	Calcita	76,8			-4,5		
	#3	Calcita	130					
1-FEJ	#1	Calcita	60,3			-1,2		
	#2	Calcita	44,6					
	#3	Calcita	58,8					
	#4	Calcita	45					
	#5	Calcita	43					
	#6	Calcita	49,4					
	#7	Calcita				-0,9		
	#8	Calcita				-1,9	-43,9	
	#9	Calcita				-1,9	-46,8	

Taula 5.19. Dades de les inclusions fluïdes en dolomies de reemplaçament i ciments esparítics de calcita de tipus 2.

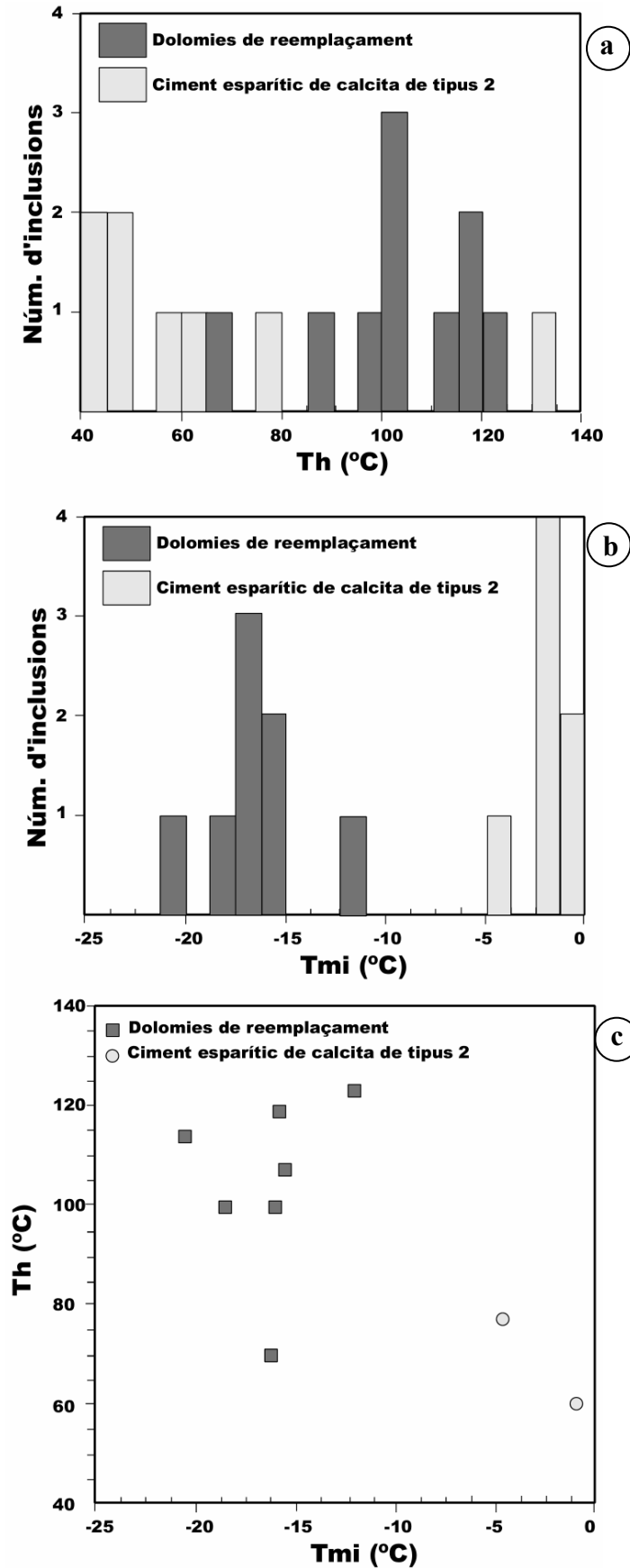


Figura 5.28. Gràfics de les dades d'inclusions fluides. **a.** Nombre d'inclusions vs. Th (°C). **b.** Nombre d'inclusions vs. Tmi (°C). **c.** Th (°C) vs. Tmi (°C).

5.3. SECTOR DE L'ALT MAESTRAT

El sud de la subconca de la Salzedella (formada durant la segona etapa de rift mesozoica) està limitada per la zona de falla de Cedrillas. Es tracta d'una falla lítrica de característiques similars a la falla del Turmell i que limita al seu bloc superior amb la subconca de Penyagolosa. La part aixecada del bloc inferior de la zona de falla de Cedrillas és la que actua com a llinar paleogeogràfic entre aquesta conca i la subconca de la Salzedella (Salas *et al.*, 1991).

La zona de l'Alt Maestrat constitueix el paquet de capes de la subconca de la Salzedella que onlapen sobre el llinar paleogeogràfic generat per l'aixecament de la falla de Cedrillas (Figura 5.29). La seqüència de materials que hi ha dipositada i la potència d'aquests materials és lleugerament diferent a la que s'enregistra al centre de la subconca (sector de la Salzedella). Pel que fa a l'estratigrafia s'hi identifiquen unes fàcies del Muschelkalk mig i superior i del Keuper discordants amb un Juràssic superior, format per materials calcaris de la Fm. de Polpís (Kimmeridgià). Són principalment mudstones i wackestones amb esponges altament bioturbats. Concordantment amb aquestes fàcies per damunt s'hi troba la Fm. de Bovalar (Titònic-Berriasià) formada per packstones, grainstones i rudstones oolítics i oncolítics. La part alta de la Fm. de Polpís i tota la Fm. de Bovalar estan dolomititzades (dolomies de la Fm. de Les Talaies). Al damunt d'aquests materials reposen discordantment els de la Fm. de Villarroya (Aptià inferior), que està formada per grainstones i rudstones amb rudistes (Toucasia).

En aquest llinar paleogeogràfic hi ha situat el sector de l'Alt Maestrat del qual se n'estudiaran tres zones dolomítiques: el Coll del Vidre, el Tossal d'Orenga i la Torre d'En Bessora (Figura 5.30).

Els cossos dolomítics que hi ha en aquestes tres zones estudiades tenen unes dimensions variables i estan associats al llinar paleogeogràfic de Vistabella del Maestrat. A petita escala, les zones estudiades presenten clara una relació directe entre els cossos dolomítics i les fractures i la superfície de discontinuïtat regional finiberriasià D3.

La zona coneguda com el Coll del Vidre està situada a la carretera que uneix les poblacions de l'Atzaneta i Vistabella del Maestrat. En aquest sector s'han estudiat les

dolomies que apareixen en dos punts de la carretera: la Font dels Molins (40°16'95N / 000°16'31W), i el tram final de la carretera just abans d'arribar a Vistabella del Maestrat (40°16'95N / 000°16'31W).

El Tossal d'Orenga està situat al km. 9 de la carretera que uneix les poblacions d'Albocàsser i Ares del Mestre, a l'altura de la Venta de l'Hostalet.

La zona de la Torre d'En Bessora està situada al km.2 de la carretera que uneix el nucli de Sant Pau (Albocàsser) i el municipi de la Torre d'En Bessora. Aquesta zona és la prolongació de la Serra de l'Esparreguera, descrita per Canérot (1974), i està alineada amb la zona del Tossal d'Orenga (SSE-NNW).

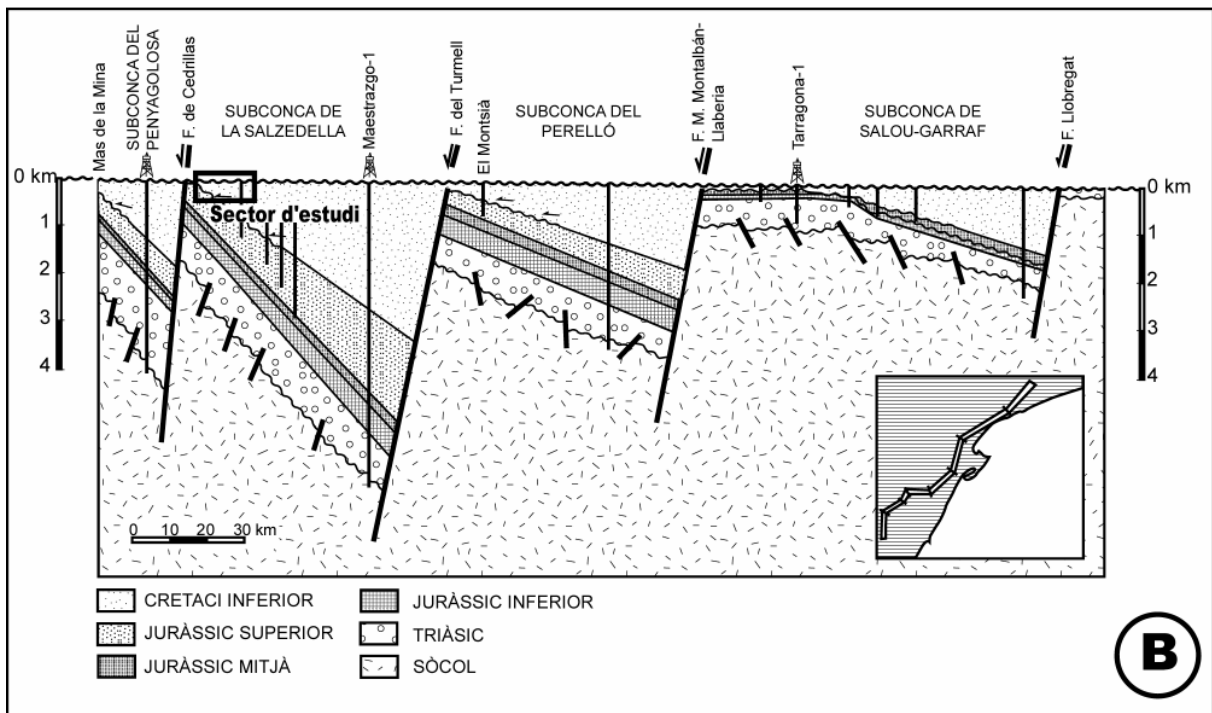
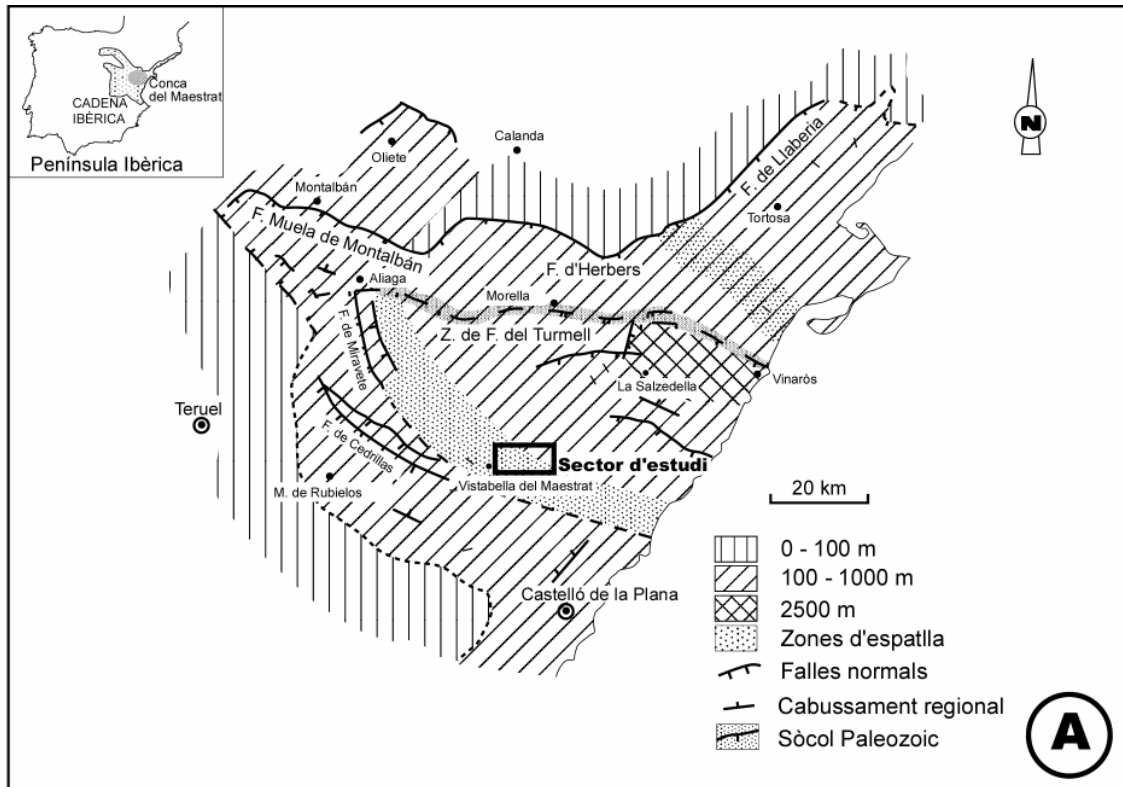


Figura 5.29. A. Situació geològica del sector de l'Alt Maestrat dins la conca del Maestrat, en el context de rift del Juràssic superior-Cretaci inferior. B. Secció restituïda de direcció NE-SW del Permià superior-Albià mig de la conca del Maestrat i del Garraf, amb les principals subconques i zones de falla i la situació del sector estudiat (Salas *et al.*, 2000).

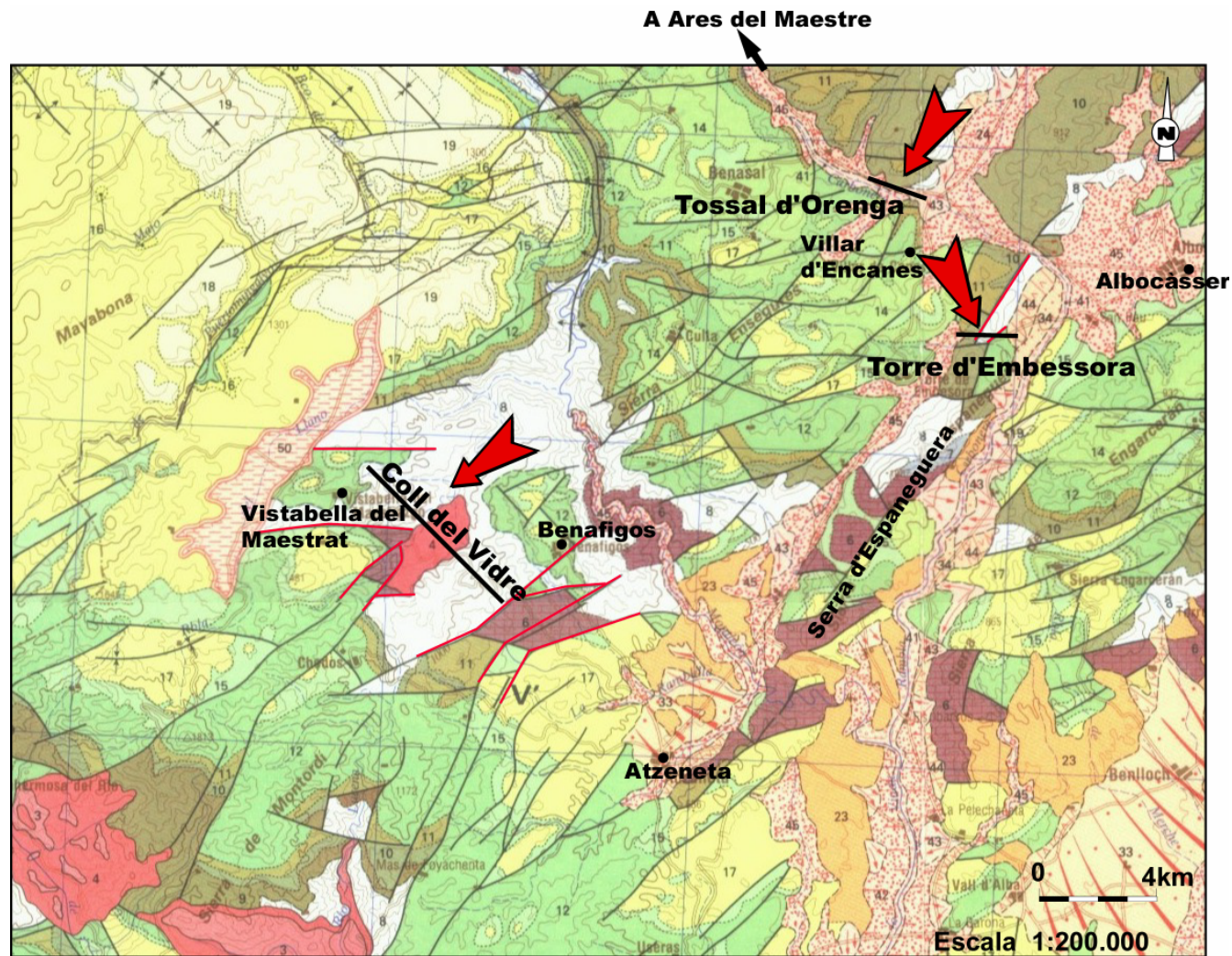


Figura 5.30. Mapa geològic del Sector de l'Alt Maestrat amb la situació de les zones estudiades.

5.3.1. El Coll del Vidre

Geometria i característiques del cossos dolomítics

Les dolomies de la zona del Coll del Vidre s'han estudiat en dos punts de la carretera: la Font dels Molins i el tram final de la carretera just abans d'arribar a Vistabella del Maestrat (Figura 5.31).

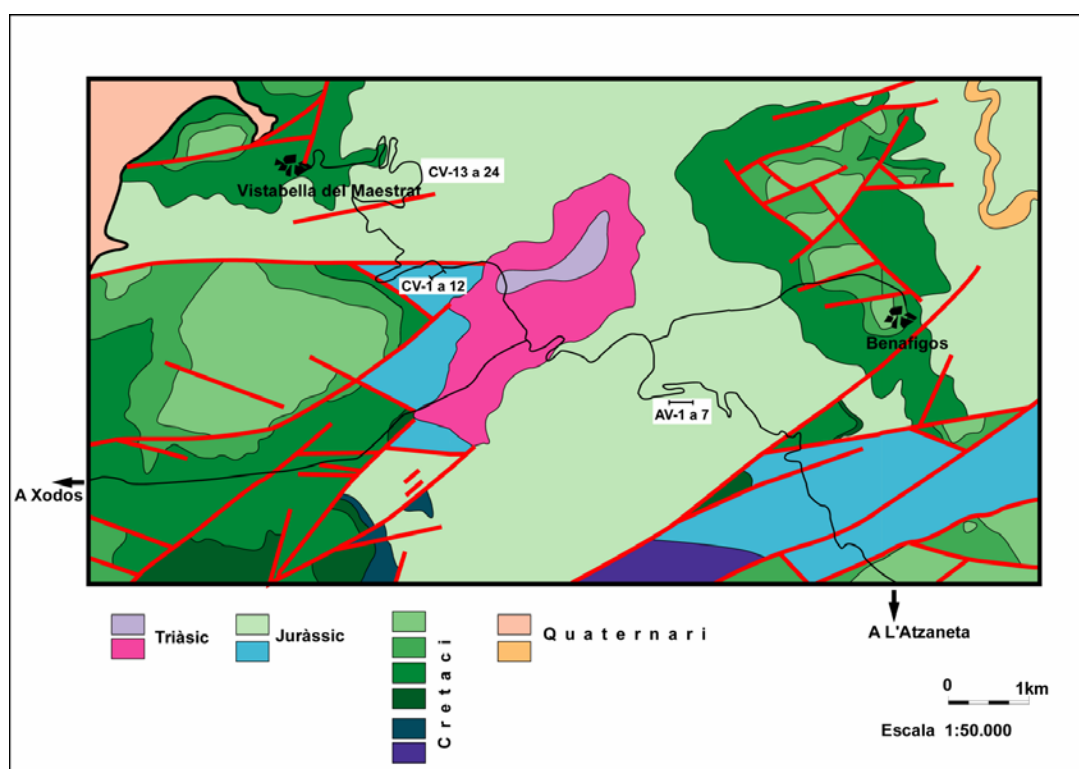


Figura 5.31. Mapa geològic de la zona del Coll del Vidre, segons l'IGME (1972). No s'han cartografiat els punts on hi apareix dolomia ja que a nivell de camp no es poden veure els límits dels cossos dolomítics. S'han situat els punts estudiats amb les mostres preses a cada lloc. CV-1 a 12: Font dels Molins; AV-1 a 7/CV-13 a 24: Carretera de Vistabella del Maestrat (Fm. de Polpís i Fm. de Bovalar, Kimmeridgià i Titònic-Berriasià respectivament).

El punt de la Font dels Molins està constituït per calcàries estratificades en nivells decimètrics a mètrics de la Fm. Bovalar. Les calcàries es disposen en alternances de wackestones i packstones formats principalment per oòlits i grans de quars, i localment peloids, equinoiders, foraminífers bentònics (miliòlids, etc.), oncòlits, fragments de bivalves i algun gasteròpode. La matriu és micrítica. Localment els grans de quars poden estar formant part del nucli dels oòlits.

El cos dolomític de la Font dels Molins és asimètric i està limitat per l'est per dues fractures de direcció N-S. El cos dolomític, situat al bloc inferior de les fractures, passa gradualment cap a les calcàries de la roca encaixant, en forma de petits tascons. La longitud màxima d'aquest cos és de 20 m i la potència de la part aflorant del cos és de 5 m (Figura 5.32). Té una coloració marró que passa progressivament, cap a l'oest, a gris. A les zones més pròximes al pla de falla hi ha una gran quantitat de cavitats de tipus vacuolar i *box work*. El cos dolomític està localment desdolomititzat. La desdolomitització disminueix a mesura que s'allunya del pla de les falles.

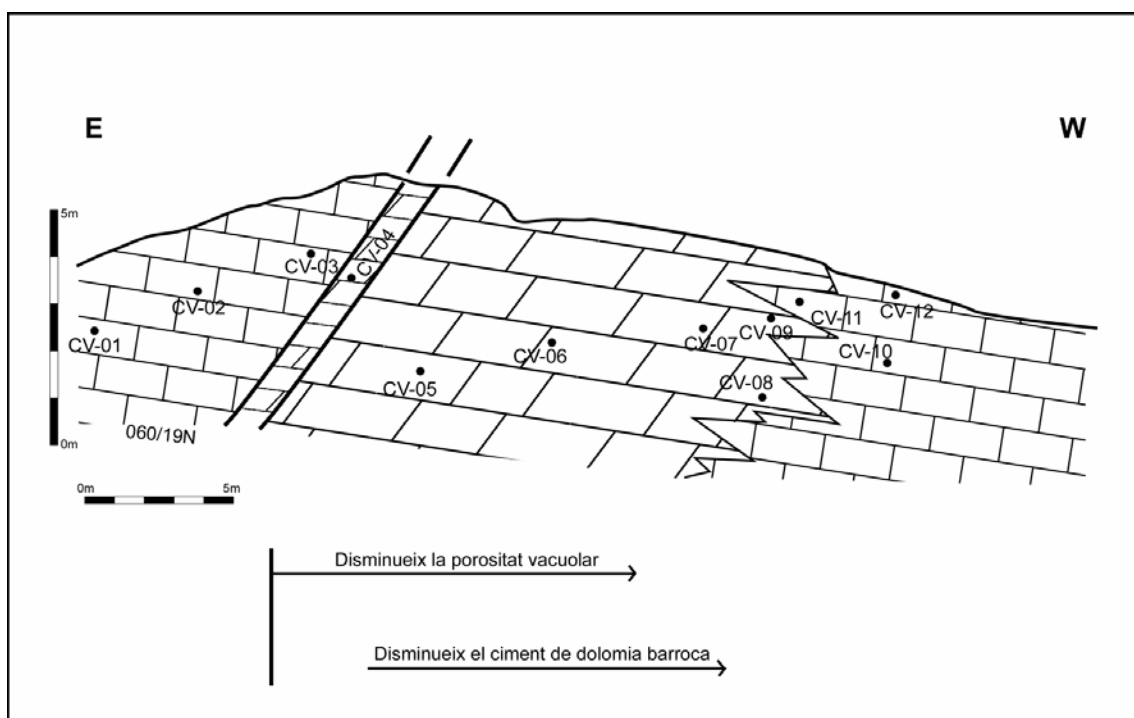


Figura 5.32. Geometria del cos dolomític de la Font dels Molins amb la situació de cada una de les mostres.

El punt de les proximitats de Vistabella del Maestrat està constituït per diverses formacions calcàries: unes calcàries micrítiques de la Fm. de Polpís (Kimmeridgià mig), unes calcàries oolítiques bioclàstiques de la Fm. de Bovalar (Titònic-Berriassià), i finalment unes calcàries amb rudistes (*Toucasia*) de la Fm. de Villaroya (Aptià inferior). Totes elles presenten diferents graus de dolomitització. Les dolomies que afecten la Fm. de Villaroya tenen característiques diferents de les que afecten la Fm. de Bovalar i s'explicaran al capítol 6 de les dolomies i les desdolomies de l'Aptià.

El cos dolomític que afecta les calcàries de la Fm. de Polpís i de la Fm. de Bovalar es disposa en nivells massius de dolomia que localment presenten una lleugera estratificació

mètrica. La coloració d'aquests cossos va des de gris fins a uns colors groguencs-ataronjats. En aquests nivells hi ha nòduls de chert. Per damunt aquests nivells massius dolomititzats hi ha una superfície d'erosió amb cavitats càrstiques omplertes per nivells d'argiles i bauxites (possiblement del Barremià).

La geometria del cos dolomític en aquest punt de la carretera està controlada per un conjunt de falles de gran escala de direcció aproximada E-W. Són cossos dolomítics asimètrics i en forma de tascó, tot i que és difícil veure la seva geometria completa. La zona més pròxima al pla de falla els nivells dolomítics són molt més massius mentre que l'estratificació es comença a fer aparent quan s'allunya del pla de falla (Figura 5.33).

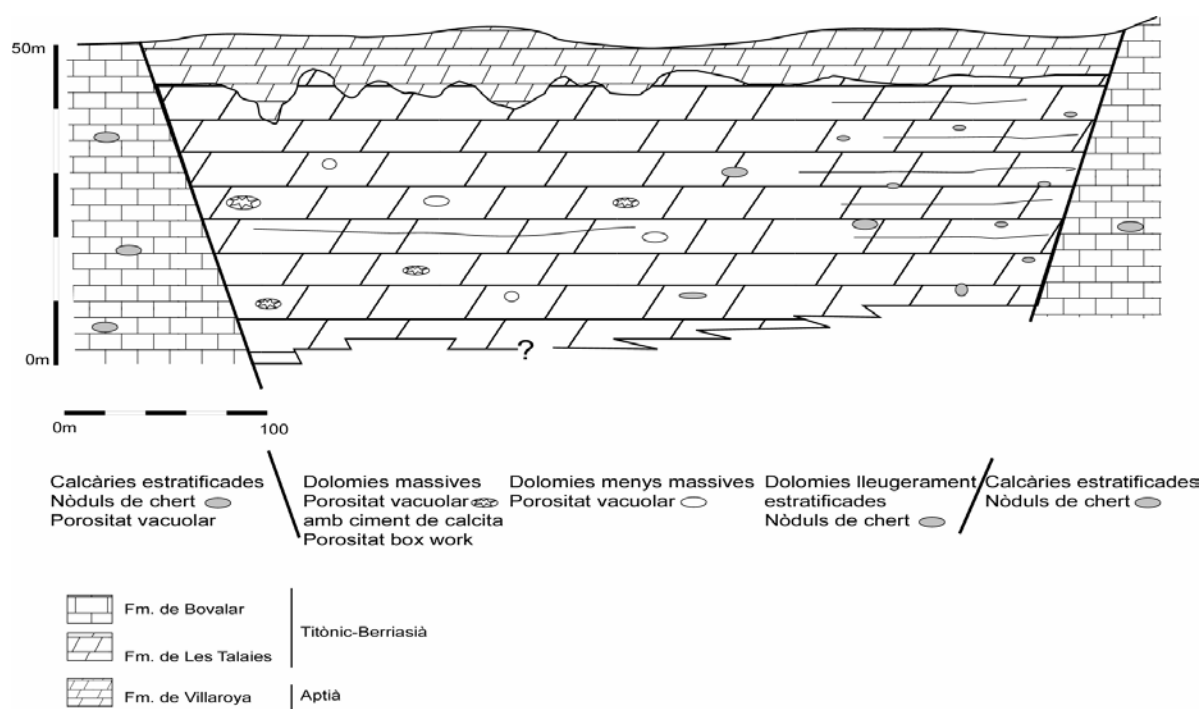


Figura 5.33. Tall esquemàtic del cos dolomític que apareix al punt de la carretera de Vistabella. L'escala vertical està exagerada.

Diagènesi predolomitització

Els principals processos diagenètics que han afectat a les calcàries de la zona del Coll del Vidre, prèviament a la dolomitització han estat la micritització (envoltes micrítiques), la cimentació (ciment esparític en disposició rim de LMC i ciment esparític de LMC) i la compactació (mecànica: trencament d'alguns grans i química: estil·lòlits d'amplitud mil·limètrica).

Petrologia

El cos dolomític està format per tres litologies principals: dolomies, desdolomies i ciments de calcita post-dolomitització.

Dolomies

Les dolomies de la zona del Coll del Vidre presenten les següents textures: les dolomies de reemplaçament, les dolomies barroques de reemplaçament, el ciment dolomític i el ciment de dolomia barroca.

1. Les dolomies de reemplaçament presenten en general una fàbrica penetrativa destructiva tot i que localment es preserven fantasmes de components esquelètics. Les dolomies presenten una textura idiotòpica-hipidiotòpica, i estan formades per cristalls euèdrics i subèdrics. Els cristalls subèdrics tenen una mida entre 36 i 100 μm . Són cristalls que no estan zonats i formen mosaics unimodals (Figura 5.34A). Els cristalls euèdrics, amb una morfologia sovint ròmbica, tenen una mida d'entre 100 i 500 μm . Aquests cristalls estan zonats i tenen un aspecte net. Les envoltas dels cristalls, d'entre 5-10 μm , estan parcialment desdolomititzades. La porositat intercrystal.lina és de 2 al 3 % i generalment està omplerta amb ciment esparític de calcita (tipus 1 i tipus 2). El grau de reemplaçament de la roca calcària encaixant és del 90 al 100 %. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls de dolomita subèdrics tenen una luminiscència homogènia ataronjada opaca i mentre que els cristalls euèdrics tenen el nucli amb una luminiscència homogènia taronja opaca i les envoltas són més luminiscent.

2. Les dolomies barroques de reemplaçament tenen una textura hipidiotòpica-xenotòpica, i estan formades per un mosaic de cristalls subèdrics i anèdrics amb una mida molt variable entre 75 μm i 1 mm. Són cristalls bruts, de color marró i no estan zonats. Aquests cristalls reemplacen principalment a oòlits i equinoderms (Figura 5.34C). Els cristalls tenen extinció ondulant. El grau de reemplaçament de la roca calcària encaixant és del 95 al 100 %. La porositat de la roca és molt baixa i és principalment intercrystal.lina. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls de dolomita tenen una luminiscència ataronjada-vermella opaca (Figura 5.34D).

3. El ciment dolomític està format per cristalls euèdrics-ròmbics de mida variable entre 40 i 100 μm en funció de la mida de la cavitat que omplen. Els cristalls estan zonats i presenten un

nombre variable d'envoltes d'aproximadament 5-10 μm de gruix. Els cristalls de ciment dolomític tenen una lleugera extinció ondulant. Localment les envoltes estan desdolomititzades. El ciment dolomític es pot trobar omplint porositat interpartícula en grainstones (Figura 5.34B), vacuolar i fractura i també en la porositat oomòldica. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls són vermells luminescents (Figura 5.34C i 5.34E).

4. El ciment de dolomia barroca està constituït per cristalls d'una mida que varia entre 300 μm i 1 o 2 mm de llargada i entre 500 i 800 μm d'amplada. Els cristalls són euèdrics i subèdrics amb les cares lleugerament corbades i els plans d'exfoliació corbats. En general són cristalls amb un aspecte brut i presenten extinció ondulant. Aquests cristalls creixen amb l'eix c perpendicular a les parets d'algunes cavitats de tipus vacuolar (Figura 5.34D) o bé a les parets de les fractures. Aquests cristalls estan en continuïtat òptica amb cristalls de les dolomies barroques de reemplaçament. Els cristalls de ciment de dolomia barroca estan parcialment o totalment desdolomititzats. Al microscopi de catodoluminiscència tenen una luminescència ataronjada-vermella opaca.

Desdolomies

Les desdolomies de la zona del Coll del Vidre presenten dues textures que són: les desdolomies hipidiotòpiques i les desdolomies zonades.

1. Les desdolomies hipidiotòpiques estan formades per un mosaic de cristalls subèdrics i anèdrics amb cares no-planars i una mida variable entre 100 i 350 μm . Són cristalls bruts, de color marró i no estan zonats. Localment es preserven algunes restes de rombèdres de dolomita, i generalment el més ben preservat és el nucli del cristall. També es conserven alguns fantasmes de bioclastes que la dolomitització no ha reemplaçat totalment (Figura 5.35A i 5.35B). El procés de desdolomitització és més avançat a les vores dels cristalls que al nucli. Els cristalls de desdolomita tenen extinció pseudondulant. El grau de desdolomitització de les desdolomies hipidiotòpiques és d'entre el 98 i el 100 %. La porositat és d'entre el 3 i el 5 % i és principalment porositat intercrystal·lina. Al microscopi de catodoluminiscència les desdolomies són no luminescents amb motejat groc luminescent (Figura 5.35B).

2. Les desdolomies zonades són cristalls euèdrics ròmbics i zonats, de mida variable, d'antigues dolomies de reemplaçament, de ciment dolomític i de ciment de dolomia barroca en què tan sols s'han desdolomititzat algunes de les seves envoltes (Figura 5.35C i 5.35D).

Sovint el nucli del cristall no està desdolomititzat. El procés de desdolomitització comença des de l'exterior del cristall cap a l'interior. Al microscopi de catodoluminiscència les bandes desdolomititzades són no luminiscentes però tenen un motejat groc brillant luminiscent.

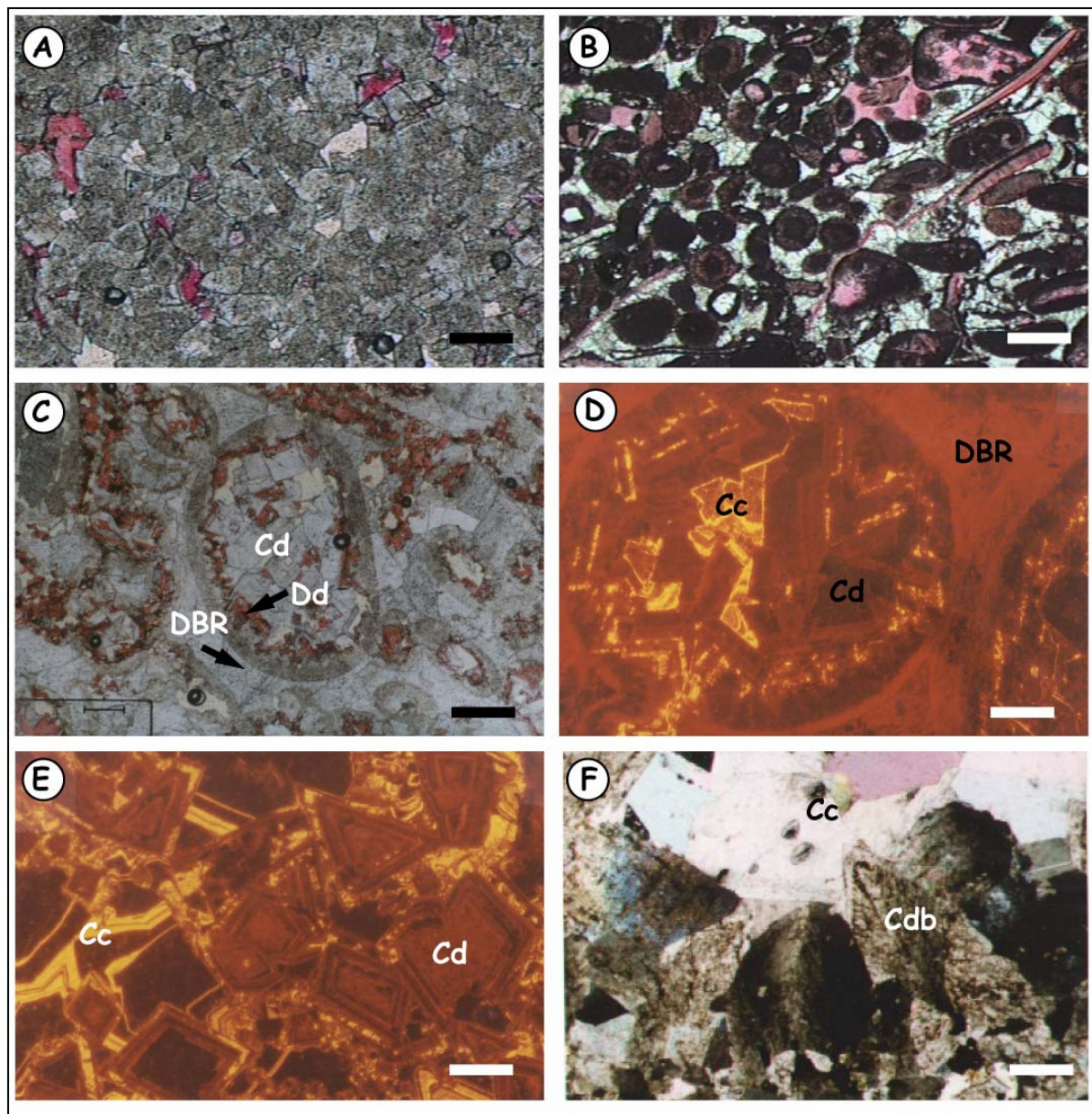


Figura 5.34. A. Dolomies de reemplaçament. Cristalls subèdrics euèdrics amb la porositat intercristal·lina reomplerta per ciment esparític de calcita de tipus 2. Mostra CV-13. Barra de 250 µm. B. Grainstone amb ciment dolomític interpartícula. Mostra CV-10. Barra de 350 µm. C. Oòlits reemplaçats per dolomia barroca de reemplaçament (DBR) amb ciment dolomític zonat a l'interior (Cd) i desdolomita (Dd). Mostra CV-08. Barra de 250 µm. D. És una imatge similar vista a microscopi de catodoluminiscència. Mostra CV-08. Barra de 125 µm. E. Ciment dolomític (Cd) omplint una porositat vacuolar. Els cristalls de dolomita estan “flotant” en ciment esparític de calcita (Cc) de tipus 2. Mostra CV-15. Barra de 125 µm. F. Ciment de dolomia barroca (Cdb) que creix a l'interior de porositat vacuolar. La porositat està omplerta amb ciment esparític de calcita de tipus 1 (Cc). Mostra CV-15. Barra de 500 µm.

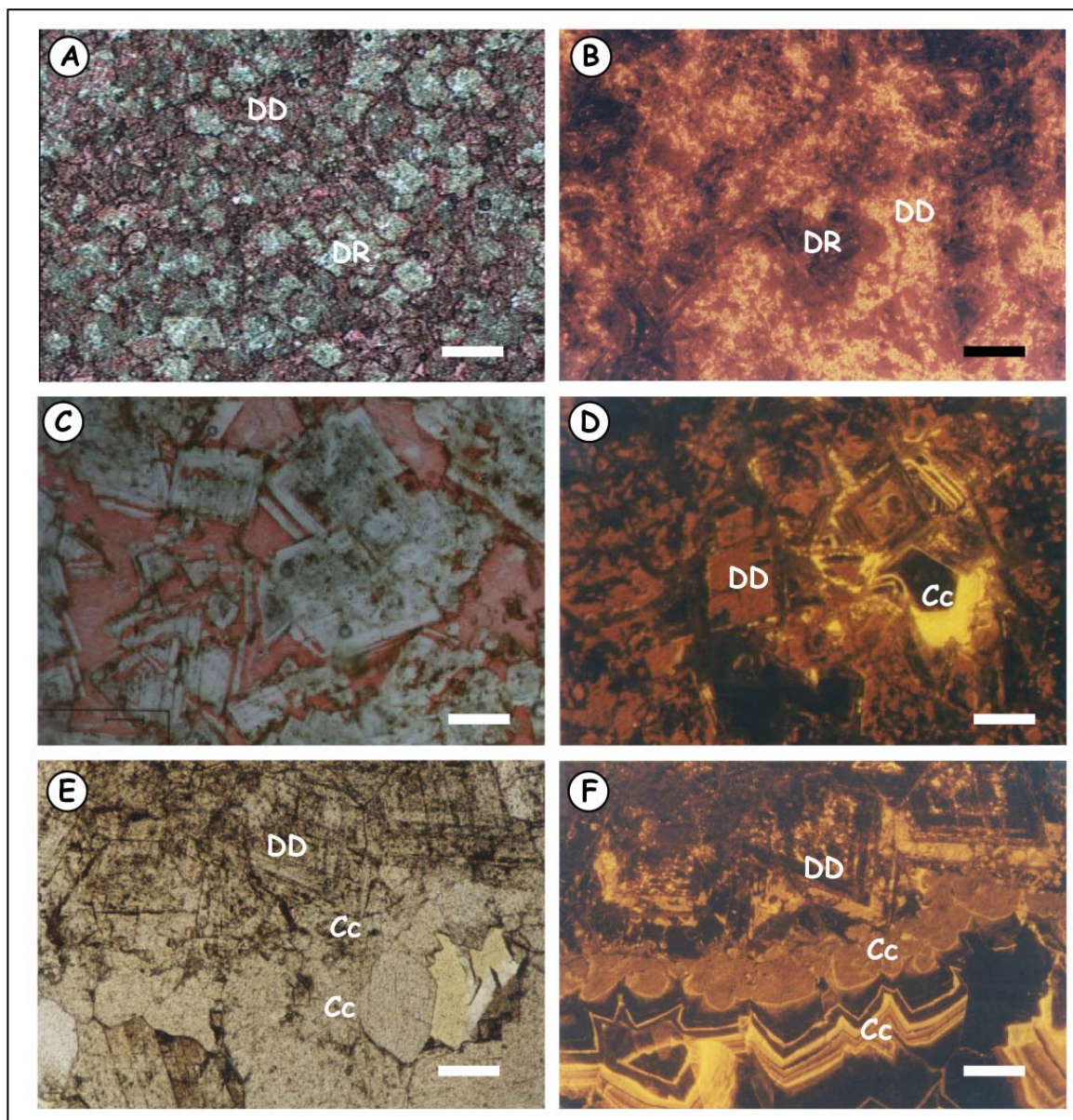


Figura 5.35. A. Desdolomies hipidiotòpiques (DD) amb restes de cristalls de dolomia que no han estat desdolomititzats (DR) totalment. Mostra CV-22. Barra de 250 μm . B. Al microscopi de catodoluminiscència, desdolomies hipidiotòpiques (DD), motejat taronja luminiscent, amb pseudomorfs de cristalls de dolomita (DR), no luminiscent. Mostra CV-07. Barra de 250 μm . C. Cristalls euèdrics de dolomita amb algunes envoltres desdolomititzades (desdolomies zonades). Mostra CV-15. Barra de 125 μm . D. Cristalls de desdolomies zonades (DD) vistos al microscopi de catodoluminiscència. Entre els cristalls hi ha ciment esparític de calcita de tipus 1 (Cc). Mostra CV-21. Barra de 125 μm . E. Ciment esparític de calcita de tipus 1 (Cc) omplint una porositat vacuolar. L'encaixant ara és desdolomia (DD), probablement afectant a un ciment de dolomia barroca. Mostra CV-05. Barra de 250 μm . F. És la mateixa mostra vista al microscopi de catodoluminiscència. El ciment esparític de calcita de tipus 1, presenta una primera zona homogènia taronja luminiscent i una segona zona de bandes no luminiscentes alternant amb bandes grogues brillants luminiscentes. Mostra CV-05. Barra de 250 μm .

Ciments de calcita postdolomitització

Els ciments de calcita de la zona del Coll del Vidre que es classifiquen en: el ciment esparític de calcita de tipus 1 i el ciment esparític de calcita de tipus 2.

1. El ciment esparític de calcita de tipus 1 es caracteritza per la presència de cristalls equigranulars de mida entre 150 µm i fins a 2 mm. Generalment es troben a l'interior de porositat fractura i porositat intercrystal.lina. Aquest ciment està sovint associat a desdolomies (Figura 5.35E). Localment entre la dolomita i el ciment esparític de calcita de tipus 1 hi ha una superfície de corrosió. Al microscopi de catodoluminiscència presenta dues luminiscències diferents: en uns casos és no luminiscent, mentre que en d'altres està format per una primera etapa homogènia ataronjada *dull* seguida d'una segona etapa que presenta una zonació on s'alternen bandes grogues brillants luminiscent amb bandes més fines no luminiscent (Figura 5.35D i 5.35F).

2. El ciment esparític de calcita de tipus 2 està format per cristalls de mida variable, des de 80 a 350 µm i equigranulars. Aquest ciment omple porositat vacuolar i intercrystal.lina i no està associat a la presència de desdolomies. Al microscopi de catodoluminiscència presenten una primera etapa amb luminiscència homogènia taronja opaca i una segona zona formada per bandes grogues luminiscent alternant amb bandes no luminiscent.

Nòduls de chert i quars

A la zona del Coll del Vidre i afectant de manera indistinta la roca calcària encaixant de la Fm. de Bovalar i els cossos dolomítics es presenten dues morfologies de chert: cristalls individuals i nòduls.

Les dolomies de reemplaçament presenten cristalls de quars megacristal.lí, amb una morfologia subèdrica i de mida entre 50 i 100 µm.

Els nòduls de chert estan alineats i es disposen paral.lels a l'estratificació. Es tracta de nòduls de mida variable entre 5 cm i 20-25 cm de diàmetre. Aquests nòduls estan formats principalment per quars microcristal.lí, quars megacristal.lí i calcedònia. A l'interior dels nòduls hi ha rombèdres de dolomita (de 14 a 60 µm), com els descrits per Dietrich *et al.* (1963); Banks (1970), Geeslini i Chafetz (1972), Jacka (1974), Knauth (1979), Bustillo i Riuz-Ortiz (1987), Coniglio (1987), Maliva i Siever (1989), Noble i Van Stempwoort (1989),

Misik (1993); Giménez-Montsant *et al.*, (1999). També hi ha restes d'espícules d'esponja, foraminífers plantònics, fragments d'ostreids silicificats i pues d'equínid. El contacte d'aquests nòduls amb la roca encaixant és brusc. Els nòduls estan formats per bandes de mida mil·limètrica de color clar i de color fosc.

Mineralogia: estequiometria

Les dolomies de reemplaçament són poc estequiomètriques. Tenen un contingut en molar $MgCO_3$ que varia entre 38,6 i 45 % amb un valor mitjà de 43,2 % molar. Les dolomies barroques de reemplaçament presenten valors que varien entre 37,6 i 42,0 % molar $MgCO_3$ amb un valor mitjà de 39,0 % molar. El ciment dolomític presenta uns valors que varien des de 37,4 i 40,7 % molar de $MgCO_3$ amb un valor mitjà de 39,2 %. El ciment de dolomia barroca presenta valors similars a totes les altres, entre 35,8 i 44,7 % molar de $MgCO_3$ amb un valor mitjà de 40,9 % molar de $MgCO_3$ (Figura 5.36, Taula 5.20).

Les desdolomies hipidiotòpiques tenen uns valors molt variables que varien des de 1,0 a 28,7 % molar de $MgCO_3$ i un valor mitjà de 11,0 % molar (Figura 5.36, Taula 5.20).

Geoquímica elemental

La roca calcària encaixant total té un contingut de Mn de 170 ppm i un contingut de Sr de 380 ppm.

La roca dolomítica total presenta un contingut de Mn de 390 ppm i un contingut de Sr de 60 ppm. Les dolomies de reemplaçament tenen un contingut de Mn que varia des de sota els límits de detecció (<l.d.) fins a 550 ppm. El contingut de Fe d'aquestes dolomies és en conjunt molt elevat i amb valors des de <l.d. fins a 19300 ppm (5,0 % $FeCO_3$). El contingut de Sr i Na (excepte un anàlisi) està per sota els límits de detecció. Les dolomies barroques de reemplaçament presenten un contingut en elements traça molt similar al de les dolomies de reemplaçament. El contingut de Mn varia entre 250 i 790 ppm, amb un valor mitjà de 630 ppm, el Fe entre 6290 i 23460 ppm (4,9 % $FeCO_3$), amb un valor mitjà de 19470 ppm, i el Na entre l.d. i 360 ppm. El contingut de Sr està per sota el límit de detecció. El ciment dolomític presenta valors de Mn que varien entre 280 i 810 ppm amb un valor mitjà de 460 ppm, el Fe varia entre 11220 i 25300 ppm (5,2 % $FeCO_3$), i té un valor mitjà de 17310 ppm. El Na varia

des de <l.d. fins a 230 ppm. El contingut en Sr està per sota els límits de detecció. El ciment de dolomia barroca té uns valors de Mn que varien entre <l.d. i 720 ppm, el Fe varia entre <l.d. i 22630 ppm (4,7 % FeCO₃). El Na presenta un valor de 1090 ppm. Els valors de Sr estan <l.d (Figura 5.36, Taula 5.20).

La roca desdolomítica total presenta un contingut en Mn de 260 ppm i de Sr de 180 ppm. Les desdolomies hipidiotòpiques presenten un contingut de Mn que varia des de <l.d. fins a 430 ppm, el Fe varia entre <l.d. i 14230 ppm (3,2 % FeCO₃). El contingut de Sr i de Na (excepte un valor) està per sota els límits de detecció (Figura 5.36, Taula 5.20).

El ciment de calcita del tipus 1 té un contingut d'entre 510 i 18570 ppm de Mg amb un valor mitjà de 4170 ppm. El contingut de Mn varia des de <l.d. fins a 470 ppm. El Fe presenta un contingut de 2580 ppm. El contingut de Sr varia des de <l.d. fins a 370 ppm. El contingut en Na està <l.d. (Figura 5.36, Taula 5.20).

Isòtops estables

La composició isotòpica d'oxigen de la roca calcària encaixant varia entre -4,4 a -6,4 ‰ PDB amb un valor mitjà de -5,3 ‰ PDB. La composició isotòpica de carboni varia entre +2,3 i +1,0 ‰ PDB amb un valor mitjà de +1,6 ‰ PDB (Figura 5.37, Taula 5.21).

Les dolomies de reemplaçament tenen uns valors de $\delta^{18}\text{O}$ d'entre -4,9 i -7,4 ‰ PDB i un valor mitjà de -6,1 ‰ PDB. Els valors de $\delta^{13}\text{C}$ varien entre +2,3 i -2,2 ‰ PDB amb un valor mitjà de +0,7 ‰ PDB. Les dolomies barroques de reemplaçament tenen un valor de $\delta^{18}\text{O}$ de -6,4 ‰ PDB i un valor de $\delta^{13}\text{C}$ de 2,3 ‰ PDB (Figura 5.37, Taula 5.21). Les desdolomies hipidiotòpiques tenen una composició isotòpica d'oxigen d'entre -6,1 i -6,7 ‰ PDB i un valor mitjà de -6,4 ‰ PDB. Els valors de la composició isotòpica de carboni varien entre -2,1 i -4,0 ‰ PDB amb un valor mitjà de -3,0 ‰ PDB (Figura 5.37, Taula 5.21).

El ciment esparític de calcita de tipus 2 té una composició isotòpica d'oxigen d'entre -6,4 i -7,8 ‰ PDB i un valor mitjà de -7,1 ‰ PDB. La composició isotòpica de carboni varia entre -3,2 i -5,5 ‰ PDB amb un valor mitjà de -3,9 ‰ PDB (Figura 5.37, Taula 5.21).

		MgCO ₃	CaCO ₃	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Roca carbonatada total				170		380	
Roca dolomítica total				390		60	
Dolomies de reemplaçament	Màxim	45,0	55,9	550	19300	-	-
	Mínim	38,6	49,6	<1.d.	<1.d.	-	-
	Promig	43,2	53,9	-	-	-	200
	Desviació	1,0	1,0	-	-	-	-
		n=39	n=39	n=31	n=29		n=1
Dolomies barroques de reemplaçament	Màxim	42,0	55,1	790	23460	-	360
	Mínim	37,6	52,60	250	6290	-	<1.d.
	Promig	39,0	54,0	630	19470	-	-
	Desviació	1,1	0,7	140	4580	-	-
		n=17	n=17	n=17	n=17		n=3
Ciment dolomític	Màxim	40,7	56,0	810	25300	-	230
	Mínim	37,4	53,6	280	11220	-	<1.d.
	Promig	39,2	54,5	460	17310	-	-
	Desviació	0,9	0,7	160	4430	-	-
		n=24	n=24	n=24	n=24		n=2
Ciment de dolomia barroca	Màxim	44,7	58,2	720	22630	-	-
	Mínim	35,8	51,4	210	6160	-	-
	Promig	40,9	54,1	480	14340	-	1090
	Desviació	2,2	1,1	160	5280	-	-
		n=31	n=31	n=31	n=31		n=1
Roca desdolomítica total				260		180	
Desdolomies hipidiotòpiques		28,7	97,8	430	14.230	-	-
		1,0	68,8	<1.d.	<1.d.	-	-
		11,0	87,2	-	-	-	260
		9,2	9,1	-	-	-	-
		n=18	n=18	n=7	n=14		n=1
		ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Ciments de calcita post-dolomitització	Ciment esparític de calcita de tipus 1	18570	394090	470	-	370	-
		510	369790	<1.d.	-	<1.d.	-
		3990	388490	-	2580	-	-
		4360	6020	-	-	-	-
			n=14	n=14	n=5	n=1	n=2

Taula 5.20. Estequiometria i geoquímica elemental.

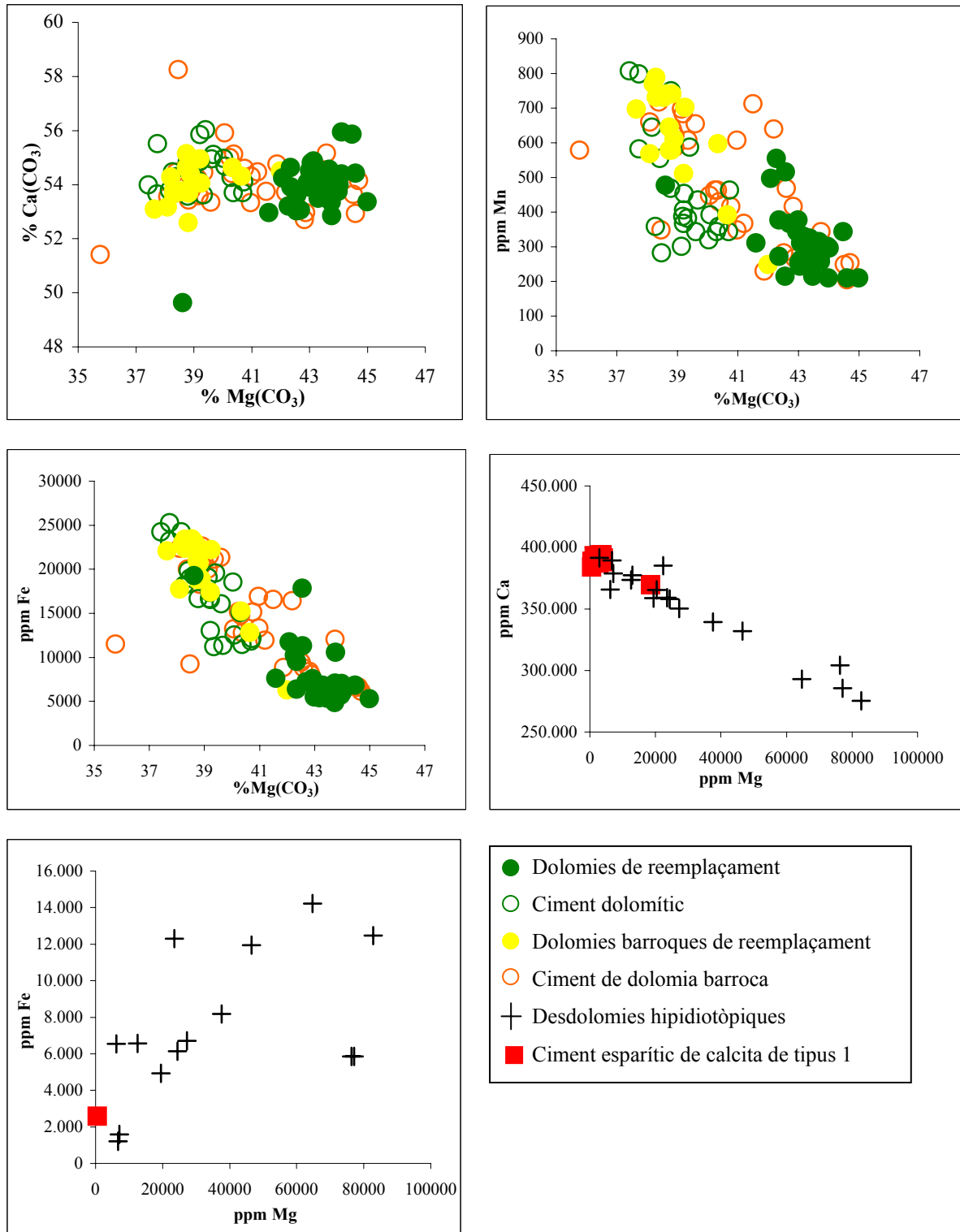


Figura 5.36. Composició mineralògica (estequiometria) i geoquímica elemental de les dolomies de reemplaçament, les dolomies barroques de reemplaçament, el ciment dolomític, el ciment de dolomia barroca, les desdolomies hipidiotòpiques i el ciment esparític de calcita de tipus 1.

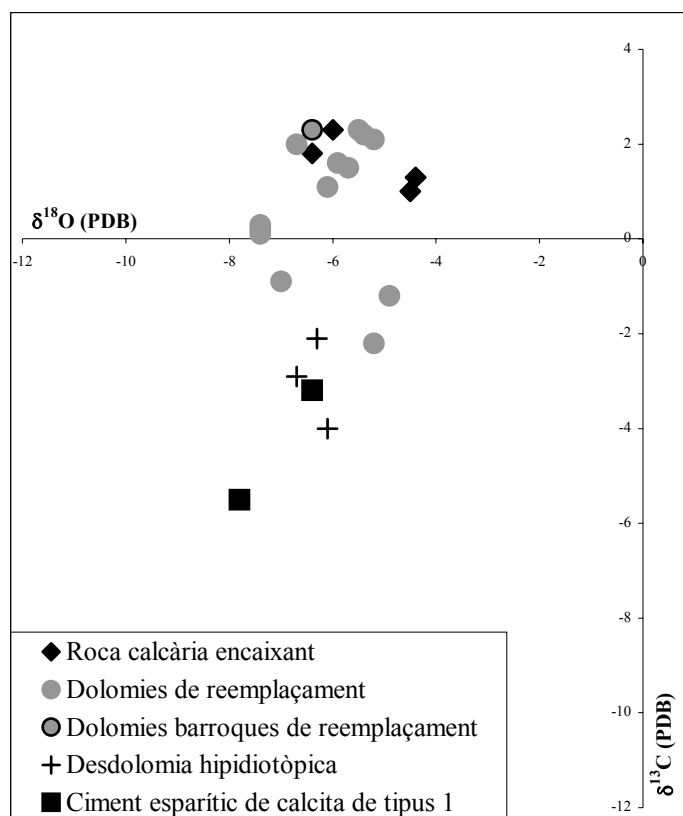


Figura 5.37. Composició isotòpica de carboni i oxigen de les calcàries de la Fm. de Bovalar i de les litologies associades als cossos dolomítics de la zona del Coll del Vidre.

	Mostra	Textura/mineralogia	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB)	$\delta^{18}\text{O}$ (PDB)
Roca calcària encaixant	AV-1	Mudstone	+2,3	-6,0
	AV-2	Mudstone	+1,8	-6,4
	CV-02	Packstone	+1,3	-4,4
	CV-11	Packstone	+1,0	-4,5
Dolomies de reemplaçament	CV-05	Dolomita	+0,1	-7,4
	AV-5-1	Dolomita	+2,1	-5,2
	AV-5-2	Dolomita	-1,2	-4,9
	AV-7	Dolomita	+2,2	-5,4
	CV-13	Dolomita	+1,5	-5,7
	CV-14	Dolomita	+1,1	-6,1
	CV-15A	Dolomita	+1,6	-5,9
	CV-15C	Dolomita	+0,2	-7,4
	CV-16	Dolomita	-2,2	-5,2
	CV-17	Dolomita	+2,0	-6,7
	CV-17	Dolomita	+2,3	-5,5
	CV-23	Dolomita	-0,9	-7,0
	CV-24	Dolomita	+0,3	-7,4

Dolomies barroques de reemplaçament	CV-09	Dolomita	+2,3	-6,4
Desdolomies hipidiotòpiques	CV-06	Calcita	-2,9	-6,7
	CV-07	Calcita	-4,0	-6,1
	AV-3	Calcita	-2,1	-6,3
Ciment esparític de calcita de tipus 1	AV-2(1)	Calcita	-5,5	-7,8
	2-CV	Calcita	-3,2	-6,4

Taula 5.21. Composició isotòpica de carboni i oxigen.

Isòtops radiogènics

El valor de l'estranci radiogènic de la roca calcària encaixant és de 0,70786. Els valors de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de les dolomies de reemplaçament varien entre 0,70768 i 0,70867 (Taula 5.22).

	Mostra	Textura/mineralogia	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Error
Roca calcària encaixant	CV-02	Mudstone	0,70786	5
Dolomies de reemplaçament	AV-7	Dolomita	0,70867	6
	CV-17	Dolomita	0,70768	5

Taula 5.22. Composició isotòpica d'estranci radiogènic.

Inclusions fluides

L'estudi de les inclusions fluides del Coll del Vidre s'ha centrat en dolomies de reemplaçament i en inclusions en quars megacristal·lí. En tots dos casos es tracta d'inclusions d'origen primari i bifàsiques. Les inclusions en cristalls de dolomita són difícils de mesurar pel fet que són escasses i molt petites (al voltant de 10 μm). Les inclusions en quars són força abundants i tenen una mida entre 20 i 30 μm .

Les temperatures d'homogeneïtzació (T_h) de les inclusions en cristalls de les dolomies de reemplaçament varien entre 95 i 98,6 °C. Les temperatures eutèctiques d'aquestes inclusions estan entre els -60 i -50 °C, valors que probablement indiquen un sistema amb NaCl-CaCl_2 i H_2O amb la possibilitat que també tingui MgCl_2 . La temperatura de fusió del gel (T_{mi}) varien entre -18,5 i -20,9 °C. Aquestes temperatures indiquen una salinitat de les aigües entre el 21,6 i 23,5 % en pes equivalent de NaCl (Allan i Wiggins, 1993) (Figura 5.38, Taula 5.23).

Les T_h de les inclusions fluides en el quars varien entre 73,2 i 103,6 °C. Les T_{mi} varien entre -1 i -2 °C. Aquestes temperatures indiquen una salinitat de les aigües entre el 1,7

i el 3,4 % en pes equivalent de NaCl (Allan i Wiggins, 1993) possiblement d'origen meteòric (Figura 5.38, Taula 5.23).

	Mostra	Mineralogia	Th (°C)	Te (°C)	Tmh (°C)	Tmi (°C)	Tsupercooling (°C)	Observacions
Dolomies de reemplaçament	CV-5	#1 Dolomita	95	±-60	-24,9	-18,5	-70	Bona
		#2 Dolomita	96,9	<-50	-25,3	-20,9		Bona
		#3 Dolomita	98,6					
Quars megacristal·lí	CV-15	#1 Quars	73,2		<-27,6			Bona
		#2 Quars	99,4			-1,6		
		#3 Quars	98,1			-1/-2		
		#4 Quars	95,3			-1/-2		
		#5 Quars	102,5					
		#6 Quars	95					
		#7 Quars	103,6					

Taula 5.23. Dades d'inclusions fluïdes de les dolomies de reemplaçament i el quars megacristal·lí.

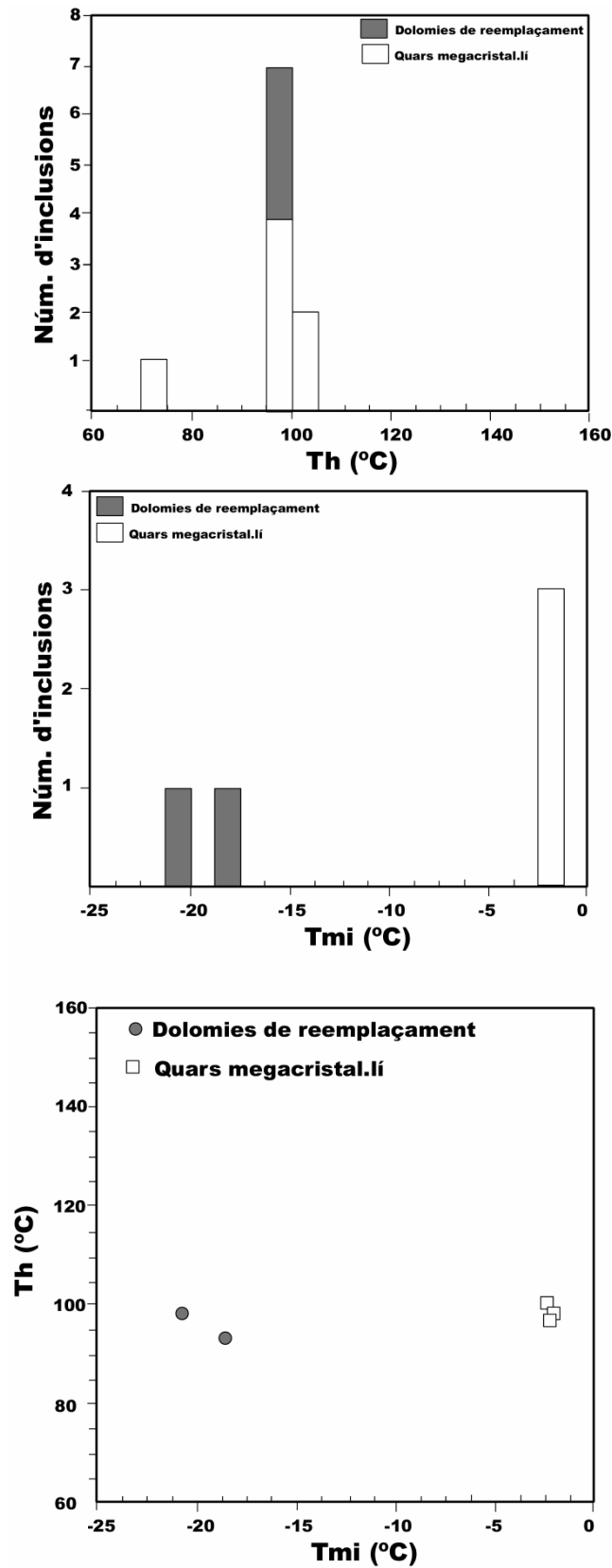


Figura 5.38. Gràfics amb les dades d'inclusions fluides (Th: temperatura d'homogeneïtzació i Tmi: temperatura de fusió del gel) a les dolomies de reemplaçament i el quars megacristal·lí.

5.3.2. La Torre d'En Bessora

Geometria i característiques del cos dolomític

La zona de la Torre d'En Bessora, que està situada a les proximitats de la població amb aquest mateix nom. La Fm. de Bovalar en aquesta zona està formada per calcàries disposades en fàcies de wackestones-packstones i grainstones oolítics i bioclàstics amb fragments de coralls, equinoderms, gasteròpodes, bivalves i alguns foraminífers. Aquests materials estan parcialment dolomititzats i posteriorment a la dolomitització han sofert un procés de desdolomitització molt important.

Tot i que es difícil observar la geometria del cossos dolomítics en aquesta zona, es dedueix que són cossos tabulars, amb la base i el sostre irregulars més o menys paral·lels a l'estratificació. La potència dels cossos és variable, tot i que Canérot (1974), els atribueix un espessor aproximat de 70 m. El conjunt dolomític està limitat per la banda est per una falla de direcció aproximada NE-SW amb un cabussament cap al NNW. Al bloc inferior de la falla hi ha calcàries de la Fm. de Villaroya (Aptià), i al bloc superior de la falla hi ha entre dos i tres metres d'una bretxa amb clastes de dolomia i clastes de la roca calcària encaixant. Probablement aquesta falla sigui posterior a la formació de les dolomies (Figura 5.39).

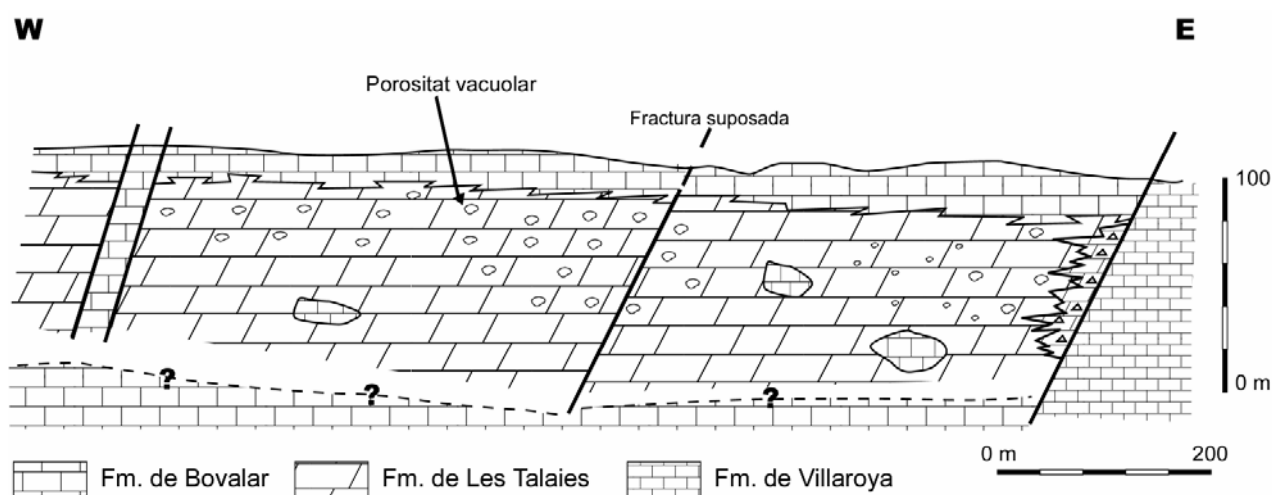


Figura 5.39. Tall esquemàtic de la Zona de la Torre d'En Bessora, amb les zones de falla, la bretxa de falla i la porositat vacuolar que afecta a les dolomies. També hi ha pegots de roca calcària encaixant (Fm. de Bovalar).

Les dolomies tenen una coloració molt diversa, des de gris fins a marró. En aquesta zona hi ha cavitats amb morfologia irregular, de mida mil·limètriques i centimètriques disposades irregularment i de forma abundant al llarg de tota la zona. Aquestes cavitats estan

omplertes per un ciment de color marró caramel (ciment de dolomia barroca). També hi ha moltes restes de calcàries oolítiques no dolomititzades.

Diagènesi predolomitització

Els principals processos diagenètics que han afectat a les calcàries de la zona de la Torre d'En Bessora prèviament a la dolomitització han estat la cimentació (ciment elongat de LMC (Figura 5.40A) i la compactació química (estil·lòlits d'amplitud mil·limètrica).

Petrologia

Els cossos dolomítics a la zona de la Torre d'En Bessora presenten les següents litologies: les dolomies, les desdolomies i els ciments de calcita postdolomitització.

Dolomies

Les dolomies de la zona de la Torre d'En Bessora presenten les següents textures: les dolomies de reemplaçament, les dolomies barroques de reemplaçament, el ciment dolomític i el ciment de dolomia barroca.

1. Les dolomies de reemplaçament en general presenten una fàbrica penetrativa destructiva tot i que localment es preserven algunes restes de peloids i oòlits (Figura 5.40B) i d'alguns components esquelètics. Les dolomies de reemplaçament tenen una textura hipidiotòpica i estan formades per cristalls subèdrics i localment anèdrics amb una mida entre 30 i 350 μm tot i que localment poden arribar fins a 500 μm . Són cristalls en general no zonats (Figura 5.40B), tot i que localment tenen un nucli fosc i una envolta més clara (30 μm). El canvi d'uns cristalls als altres és gradual. La porositat d'aquests cristalls és molt baixa. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls de dolomita subèdrics tenen una luminiscència homogènia ataronjada opaca.

2. Les dolomies barroques de reemplaçament tenen una textura hipidiotòpica-xenotòpica i estan formades per un mosaic de cristalls subèdrics i anèdrics amb una mida entre 500 μm i 2 mm. Són cristalls bruts, de color marró i no estan zonats (Figura 5.40C i 5.40D). Els cristalls tenen extinció ondulant. La fàbrica de la roca és penetrativa destructiva. La porositat de la

roca és molt baixa. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls de dolomia tenen una luminiscència ataronjada-vermella opaca.

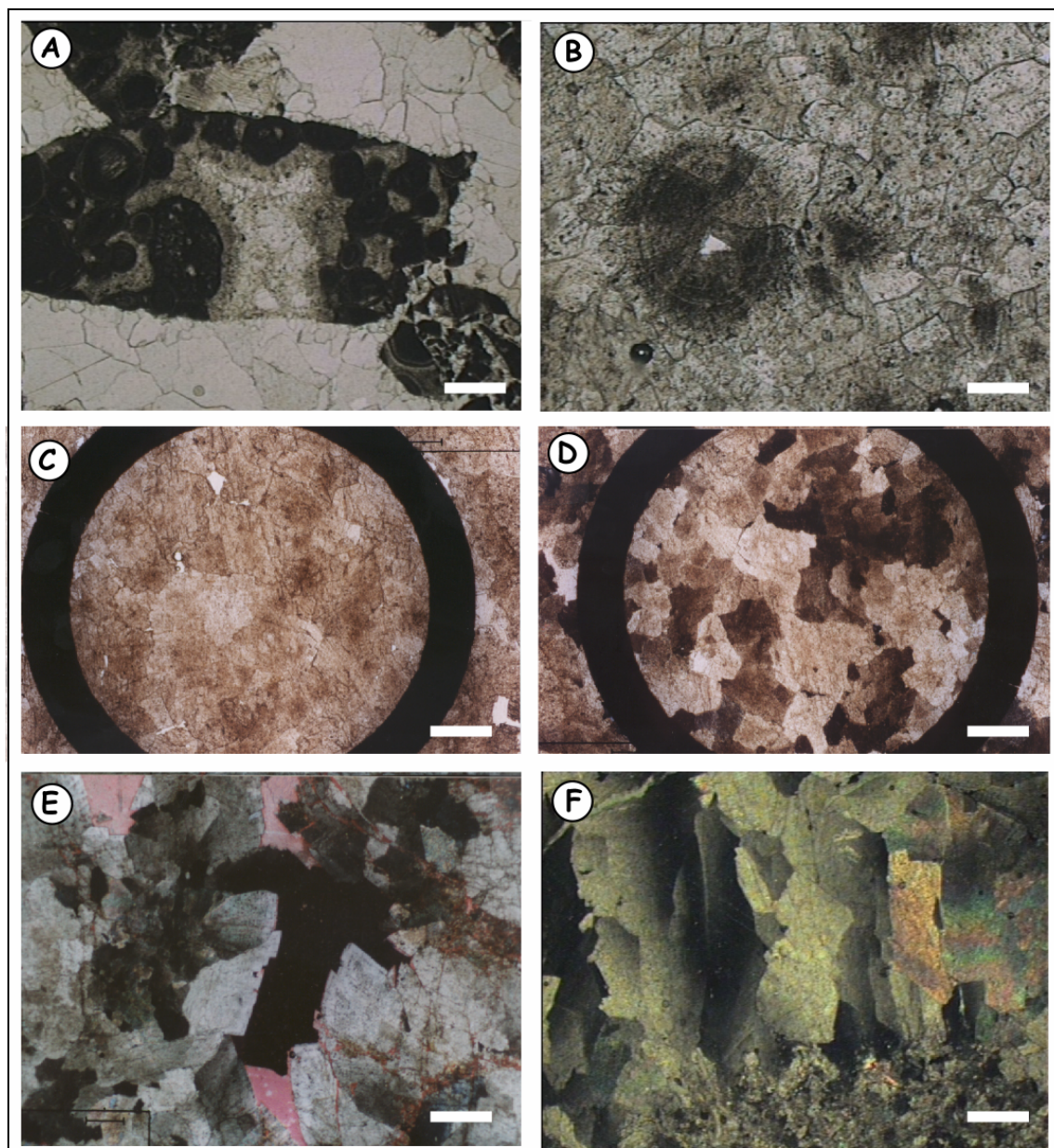


Figura 5.40. **A.** Clastes de grainstone oolític envoltat de ciment esparític de calcita de tipus 2. Mostra TB-20. Barra de 350 μm . **B.** Dolomia de reemplaçament amb textura hipidiotòpica amb restes d'un fantasma d'oolit. El reemplaçament no té control textural. Mostra TB-17. Barra de 350 μm . **C.** Cristalls de dolomita de les dolomies de reemplaçament. Mostra TB-08. Barra de 500 μm . **D.** És la mateixa fotografia a nícols creuats. Mostra TB-08. Barra de 500 μm . **E.** Ciment de dolomia barroca com a primera generació de ciment en una porositat vacuolar, fotografia a nícols creuats (extinció ondulant). Mostra TB-08. Barra de 500 μm . **F.** Cristalls de ciment de dolomia barroca creixent a l'interior d'una porositat vacuolar. Mostra TB-15. Barra de 350 μm .

3. El ciment dolomític està format per cristalls euèdrics-ròmbics de mida variable entre 200 i 400 μm que creixen amb l'eix c perpendicularment a la cavitat i en continuïtat òptica amb la dolomia de reemplaçament. Els cristalls de ciment dolomític estan localment zonats. El ciment dolomític es pot trobar omplint porositat vacuolar. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls són vermells opacs.

4. El ciment de dolomia barroca està format per cristalls d'una mida que varia entre 500 μm i mil·limètrica i en alguns casos fins i tot són centimètrics. Els cristalls d'aquest ciment són euèdrics i subèdrics, elongats amb les cares lleugerament corbades i amb els plans d'exfoliació corbats (Figura 5.40E). En general són cristalls amb un aspecte brut i extinció ondulant (Figura 5.40E i 5.40F). Localment aquests cristalls presenten acumulacions d'òxids de ferro als plans d'exfoliació i les vores dels cristalls. Aquests cristalls creixen amb l'eix c perpendicular a les parets de la porositat vacuolar (Figura 5.40F), a les parets de les fractures, i localment formen estructures de tipus zebra. Aquests cristalls estan en continuïtat òptica amb els cristalls de les dolomies barroques de reemplaçament. Els cristalls de ciment de dolomia barroca estan parcialment o totalment desdolomititzats (Figura 5.40E). Al microscopi de catodoluminiscència tenen una luminiscència ataronjada-vermella opaca.

Desdolomies

Les desdolomies de la zona de la Torre d'En Bessora presenten les següents textures: les desdolomies idiotòpiques i les desdolomies hipidiotòpiques.

1. Les desdolomies idiotòpiques estan formades per cristalls euèdrics, ròmbics de fins a 400 μm , de color beige i marró, que s'han desdolomititzat totalment però no han perdut la morfologia inicial. Es coneixen a la bibliografia com a polimorfes policristal·lins ròmbics de calcita (Evamy, 1967; Longham i Mench, 1978; Budai *et al.*, 1984). Els pseudomorfes estan constituïts per un mosaic unimodal de cristalls de calcita de poques μm (Figura 5.41A i 5.41B). El grau de desdolomitització és del 100 %. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls tenen el nucli motejat luminiscent i l'envolta és homogènia taronja luminiscent.

2. Les desdolomies hipidiotòpiques estan formades per un mosaic de cristalls subèdrics i anèdrics. La mida d'aquests cristalls és variable entre 50 i 400 μm (fins a 700 μm). Són cristalls bruts, de color marró i no estan zonats. Localment es preserven restes de rombèdres de dolomita (Figura 5.41C i 5.41D) i també es conserven alguns fantasmes d'oòlits i de

bioclastes que la dolomitització no ha reemplaçat totalment. El grau de desdolomitització d'aquestes roques és d'entre el 75 i el 100 %. Quan el grau de desdolomitització és molt avançat (pròxim al 100 %) i ja no queden restes de cristalls de dolomita es formen grans masses cristalls de calcita (desdolomia) i la única referència de què hi ha hagut un reemplaçament (desdolomitització) ve donada per la presència d'òxids de ferro acumulats a les vores i a l'interior dels cristalls (Figura 5.41E i 5.41F). La porositat de les desdolomies xenotòpiques generalment és molt baixa però localment pot tenir porositat intercrystal·lina i vacuolar ocupada per ciment esparític de calcita de tipus 1. Al microscopi de catodoluminiscència les desdolomies són no luminiscentes amb motejat groc luminiscent.

Ciments de calcita postdolomitització

Els ciments de calcita que apareixen a la zona de la Torre d'En Bessora són: el ciment esparític de calcita de tipus 1 i el ciment esparític de calcita de tipus 2.

1. El ciment esparític de calcita de tipus 1 està format per cristalls esparítics i megasparítics de calcita de fins a 2 mm de mida, translúcids i equigranulars. Aquests cristalls estan associats a desdolomies i estan en continuïtat òptica amb aquests cristalls (Figura 5.41C, 5.41E i 5.41F). El ciment esparític de calcita de tipus 1 omple porositat vacuolar. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls estan zonats amb bandes no luminiscentes alternant amb bandes grogues luminiscentes

2. El ciment esparític de calcita de tipus 2 està format per cristalls esparítics i megasparítics d'entre 50 i 450 µm-mm, equigranulars, d'un color beige-marró. Són cristalls que ocupen generalment porositat vacuolar i localment porositat fractura (Figura 5.41A). El ciment esparític de calcita de tipus 2 no està associat a desdolomies. Al microscopi de catodoluminiscència està format per una primera etapa homogènia taronja opaca i una segona etapa on s'alternen bandes grogues luminiscentes amb bandes no luminiscentes.

Mineralogia: estequiometria

Les dolomies de reemplaçament presenten un valor que varien entre 39,6 % i 43,8 % molar de $MgCO_3$, amb un valor mitjà de 42,2 % molar de $MgCO_3$. Les dolomies barroques de reemplaçament presenten un valor mitjà molar de $MgCO_3$ de 44 % i varien des de 42,1 % a 46,2% molar de $MgCO_3$. El ciment de dolomia barroca, tant el nucli dels cristalls com les

envoltes tenen una composició mineralògica similar i varia d'entre 34,1 % a 45,9 % molar de $MgCO_3$ amb un valor mitjà molar de 43,1 % de $MgCO_3$ (Taula 5.24).

Les desdolomies hipidiotòpiques tenen uns valors des de sota el límit de detecció (<1.d.) fins a 4,2 %molar de $MgCO_3$. (Taula 5.24).

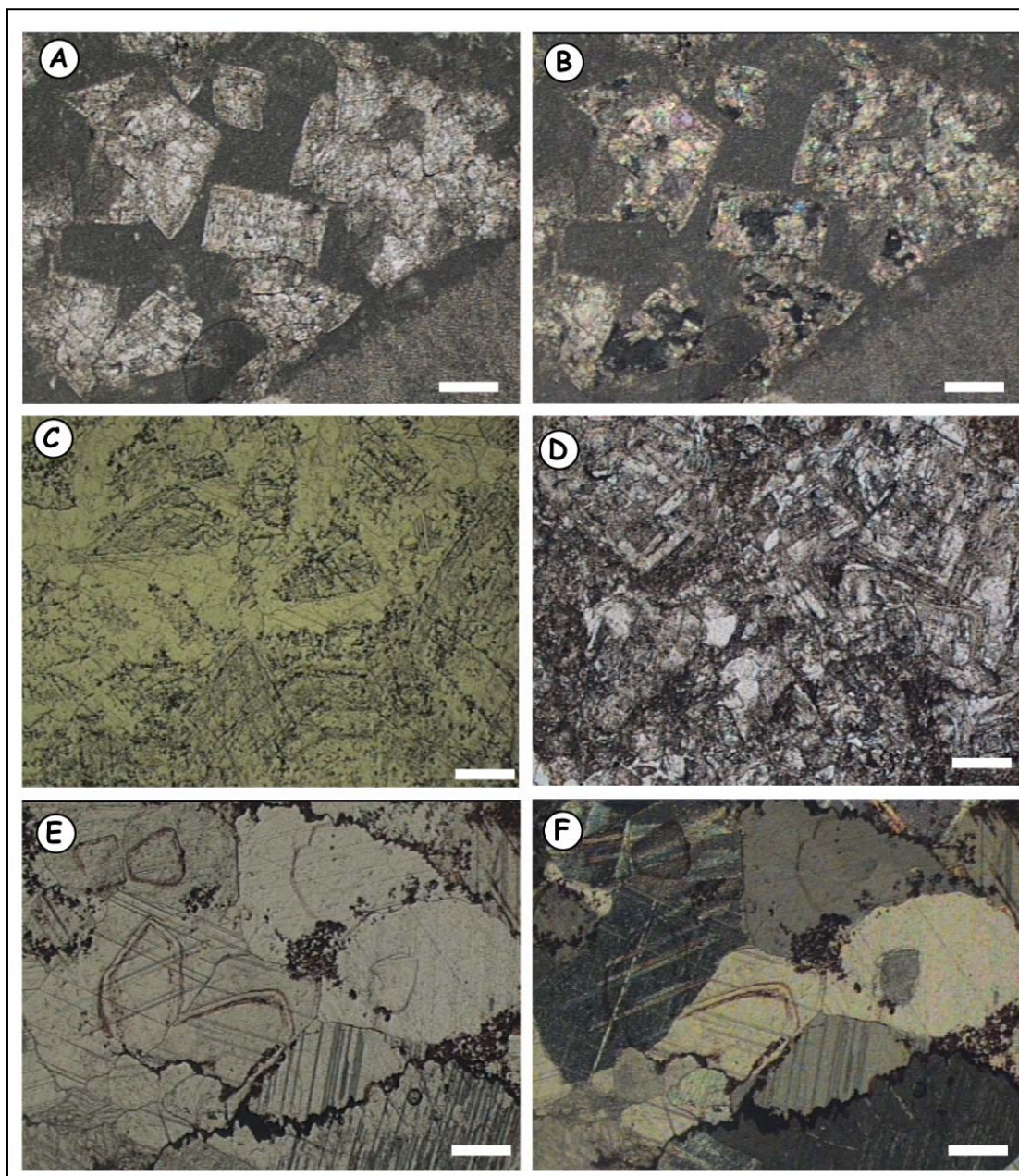


Figura 5.41. A. Desdolomies idiotòpiques (pseudomorfe rònmbics) constituïts per cristalls esparítics de calcita. Mostra TB-22. Barra de 250 μm . B. És la mateixa fotografia i s'observa que els cristalls rònmbics estan formats al seu interior per cristalls de calcita (nícols creuats). Mostra TB-22. Barra de 250 μm . C. Desdolomies hipidiotòpiques amb restes de cristalls rònmbics de dolomita. Mostra TB-23. Barra de 350 μm . D. Desdolomies hipidiotòpiques amb restes de cristalls rònmbics zonats de dolomita. Mostra TB-03. Barra de 350 μm . E. Grans cristalls de calcita amb restes d'òxids de ferro que preserven la morfologia dels cristalls als quals ha reemplaçat. Mostra TB-25. Barra de 350 μm . F. És la mateixa fotografia a nícols creuats. Mostra TB-25. Barra de 350 μm .

Geoquímica elemental

Les dolomies de reemplaçament presenten un contingut de Mn que varia des de valors sota els límits de detecció (<l.d.) fins a 530 ppm. El Fe té valors d'entre 3150 fins a 7950 ppm, amb un valor mitjà de 5560 ppm, i el Na varia entre <l.d. i 220 ppm. Els valors de Sr estan per sota els límits de detecció. Les dolomies barroques de reemplaçament tenen un contingut de Mn va des de <l.d. a 1680 ppm, de Fe que va des de 660 a 4740 ppm, amb 2490 ppm de valor mitjà, el Sr té un sol valor de 1120 ppm i els valors de Na estan <l.d. El contingut de Mn del ciment de dolomia barroca varia des de <l.d. fins a 460 ppm, el Fe varia entre 1030 i 7680 ppm, amb un valor mitjà de 3770 ppm, el Na varia des de <l.d. fins a 370 ppm i el contingut de Sr està <l.d. Els valors de Fe varien lleugerament si es tracta d'un ciment que s'ha encaixat en les dolomies de reemplaçament o bé s'ha encaixat en les dolomies barroques de reemplaçament (Figura 5.42, Taula 5.24).

Les desdolomies hipidiotòpiques tenen valors de Mn que varien des de <l.d. a 1140 ppm, de Fe que varien des de <l.d. fins a 19260 ppm i el contingut de Sr i de Na està per sota els límits de detecció (Figura 5.42, Taula 5.24).

El ciment esparític de calcita de tipus 1 té un contingut de Mg que varia des 400 fins a de 3740 ppm amb un valor mitjà de 2130 ppm, un valor de Mn de 250 ppm i un valor de Fe de 340 ppm (Figura 5.42, Taula 5.24).

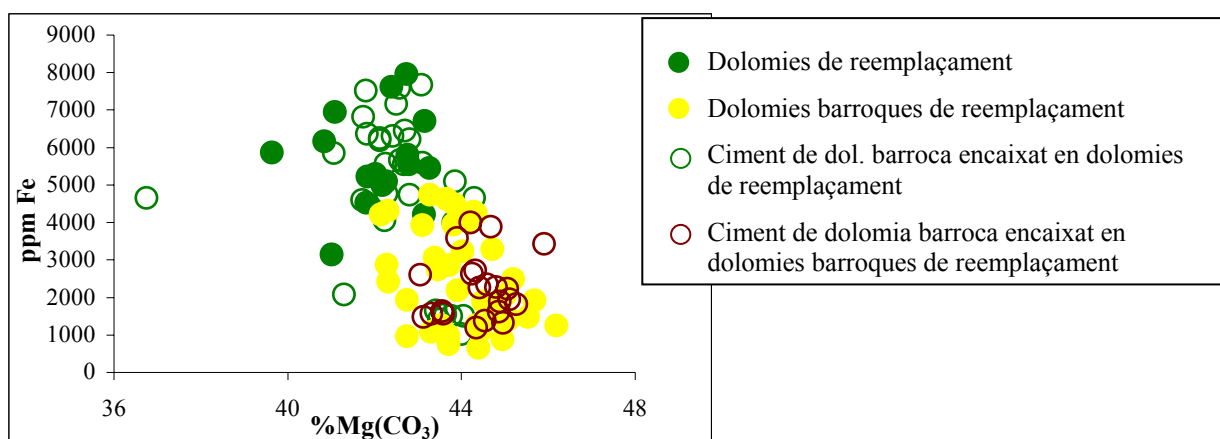


Figura 5.42. Composició mineralògica i geoquímica elemental de les dolomies de reemplaçament, les dolomies barroques de reemplaçament i els ciments de dolomia barroca. Aquests últims s'han classificat de forma diferent segons si s'han encaixat en dolomies de reemplaçament o bé en dolomies barroques de reemplaçament.

		MgCO ₃	CaCO ₃	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na	
Dolomies de reemplaçament	Màxim	43,8	55,5	530	7950	-	-	
	Mínim	39,6	51,6	<l.d.	3150	-	-	
	Promig	42,2	54,0	-	5560	-	220	
	Desviació	1,1	1,1	-	1260	-	-	
		n=17	n=17	n=13	n=17		n=1	
Dolomies barroques de reemplaçament	Màxim	46,2	55,9	1680	4740	-	-	
	Mínim	42,1	53,6	190	660	-	-	
	Promig	44,0	54,7	380	2490	1120	-	
	Desviació	1,0	0,7	400	1310	-	-	
		n=37	n=37	n=13	n=37	n=1		
Ciment de dolomia barroca	Màxim	45,9	56,5	460	7680	-	370	
	Mínim	34,1	44,5	<l.d.	1030	-	<l.d.	
	Promig	43,1	54,2	-	3770	-	-	
	Desviació	1,9	1,8	-	2100	-	-	
		n=53	n=53	n=19	n=53		n=3	
Desdolomies hipidiotòpiques	Màxim	4,2	102,3	1140	19260	-	-	
	Mínim	<l.d.	96,4	<l.d.	<l.d.	-	-	
	Promig	-	100,7	-	-	-	-	
	Desviació	-	1,4	-	-	-	-	
		n=18	n=20	n=6	n=8			
		ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na	
Ciments de calcita postdolomitització	Ciment esparític de calcita de tipus 1	Màxim	3740	415110	-	-	-	
		Mínim	400	391390	-	-	-	
		Promig	2130	401410	250	340	-	-
		Desviació	1000	5310	-	-	-	-
			n=17	n=18	n=1	n=1		

Taula 5.24. Estequiometria i de geoquímica elemental.

Isòtops estables

La composició isotòpica d'oxigen de la roca calcària encaixant (packstone) és de -4,4 ‰ PDB, i la composició isotòpica de carboni és de 0,7 ‰ PDB (Figura 5.43, Taula 5.25).

Els valors de $\delta^{18}\text{O}$ de les dolomies de reemplaçament varien entre -6,6 i -5,9 ‰ PDB i els valors de $\delta^{13}\text{C}$ varien entre -1,9 i +1,9 ‰ PDB. El valor de $\delta^{18}\text{O}$ de les dolomies barroques de reemplaçament és de -6,7 ‰ PDB i el valor de $\delta^{13}\text{C}$ és de -6,7 ‰ PDB (Figura 5.43, Taula 5.25).

El ciment esparític de calcita de tipus 2 té una composició isotòpica d'oxigen que varia entre -8,9 i -8,5 ‰ PDB i de carboni que varia entre -6,2 i -5,4 ‰ PDB (Figura 5.43, Taula 5.25).

	Mostra	Textura/mineralogia	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB)	$\delta^{18}\text{O}$ (PDB)
Roca calcària encaixant	TB-01	Packstone/calcita	+0,7	-4,4
Dolomies de reemplaçament	TB-05	Dolomita	+1,9	-5,9
	TB-12	Dolomita	-1,9	-6,6
Dolomies barroques de reemplaçament	TB-08	Dolomita	+1,7	-6,7
Ciment esparític de calcita de tipus 2	1-TB	Calcita	-6,2	-8,5
	2-TB	Calcita	-5,4	-8,9

Taula 5.25. Composició isotòpica de carboni i oxigen.

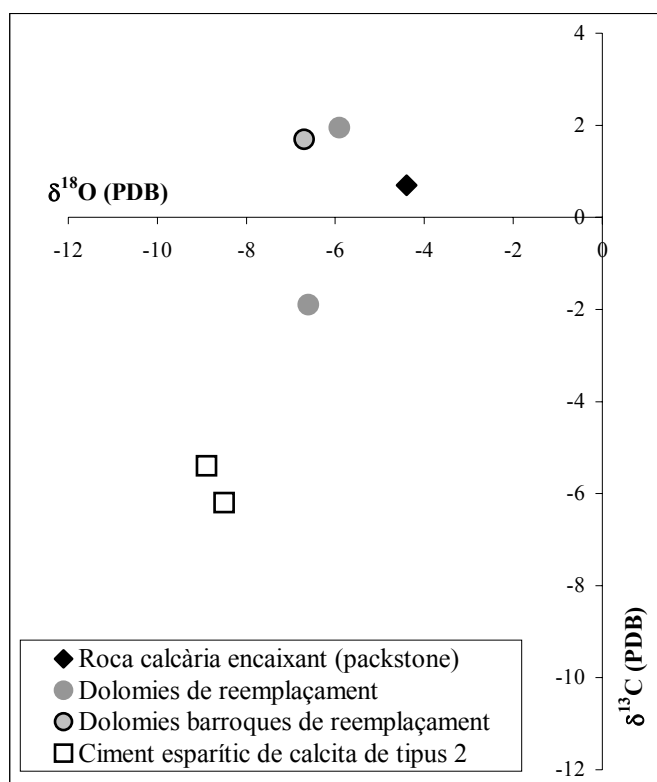


Figura 5.43. Composició isotòpica de carboni i oxigen de la zona de la Torre d'En Bessora.

Isòtops radiogènics

La composició isotòpica de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de les dolomies de reemplaçament és de 0,70736 (Taula 5.26).

	Mostra	Mineralogia	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Error
Ciment esparític de calcita de tipus 2	TB-08	Calcita	0,70736	6

Taula 5.26. Composició isotòpica d'estronei radiogènica.

Inclusions fluides

Les inclusions fluides dels cristalls de ciment esparític de calcita de tipus 2 tenen un origen primari i són bifàsiques. La mida de les inclusions és d'entre 10 i 70 µm.

Les temperatures d'homogeneïtzació (Th) de les inclusions varien entre 44,5 i 90,5 °C. Les temperatures eutèctiques no s'han pogut observar. La temperatura de fusió del gel (Tmi) d'aquestes inclusions varien entre -5 i 0 °C. Aquestes temperatures indiquen una salinitat de les aigües molt baixes, entre 0 i 7,8 % en pes equivalent de NaCl (Allan i Wiggins, 1993) (Taula 5.27).

	Mostra	Mineralogia	Th (°C)	Te (°C)	Tmh (°C)	Tmi (°C)	Tsupercooling (°C)	Observacions	
Ciment esparític de calcita de tipus 2	TB-05	#1	Calcita			+3,5	-44	¿?	
		#2	Calcita	90,5		>-5		Gel metastable	
		#3	Calcita	44,5		-2		Gel metastable?	
	1-TB	#1	Calcita				-1,6		
		#2	Calcita					±35	
		#3	Calcita	79,1			0		
		#4	Calcita				-1,7	-41,2	
		#5	Calcita				-1,9	-42,9	
		#6	Calcita	64,5			-1,6		
		#7	Calcita				-1,6		

Taula 5.27. Dades d'inclusions fluides del ciment esparític de calcita de tipus 2.

5.3.3. El Tossal d'Orenga

Geometria i característiques del cos dolomític

A la zona del Tossal d'Orenga la Fm. de Bovalar està formada per calcàries amb textures de packstones, grainstones i rudstones oolítics i bioclàstics, localment molt rics en oncòlits i nerineids. També hi ha algues dascicladals, bivalves, peloids, foraminífers i equinoderms.

El cos dolomític de la zona del Tossal d'Orenga està controlat per la discontinuïtat regional finiberriasià D3. Aquesta discontinuïtat correspon a una superfície d'erosió on s'hi ha desenvolupat amb un paleosòl edàfic (Salas *et al.*, 1986; Salas i Martín-Closas, 1991). Fossilitzant la superfície d'erosió s'hi disposen fins a 3 m de mudstones de caròfits i ostràcodes amb alguna passada laminada amb porositat fenestral. Aquests sediments s'interpreten com a la part basal de la seqüència de dipòsit del Berriasià terminal-Valanginià inferior (K1.1) (Salas i Martín-Closas, 1991).

Els cossos dolomítics estan molt fracturats. Les fractures són falles verticals de direcció N-S aproximadament. Els cossos dolomítics es presenten en forma de tascons més o menys estratiformes, de tonalitats rogenques i es generen a banda i banda de les fractures, atascant-se a mesura que s'allunyen del pla de falla. Els cossos dolomítics tenen de 3 a 8 m de potència a la part inferior de la sèrie, i fins als 15 m a la part més superior de la sèrie. Aquests cossos alternen amb nivells mètrics i decimètrics de calcàries de l'encaixant (Figura 5.44 i Figura 5.45). Els cossos dolomítics estan gairebé totalment desdolomititzats.

Diagènesi predolomitització

Les textures diagenètiques pre-dolomitització que afecten a packstones, grainstones i rudstones de la roca calcària encaixant a la zona del Tossal d'Orenga són: el ciment elongat de LMC i el ciment esparític de LMC (Figura 5.46A i 5.46B).

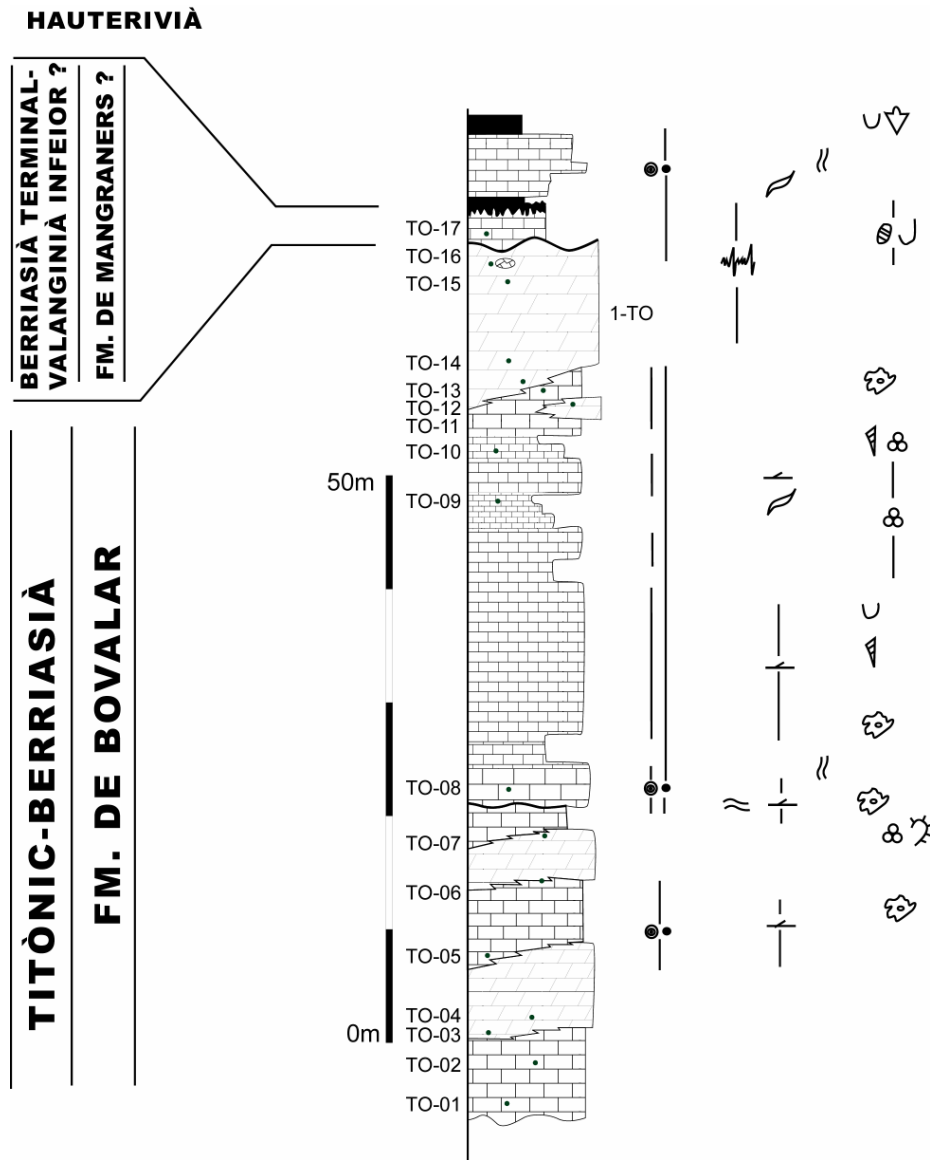


Figura 5.44. Columna estratigràfica del sector del Tossal d'Orenga, amb la situació de les mostres recollides.

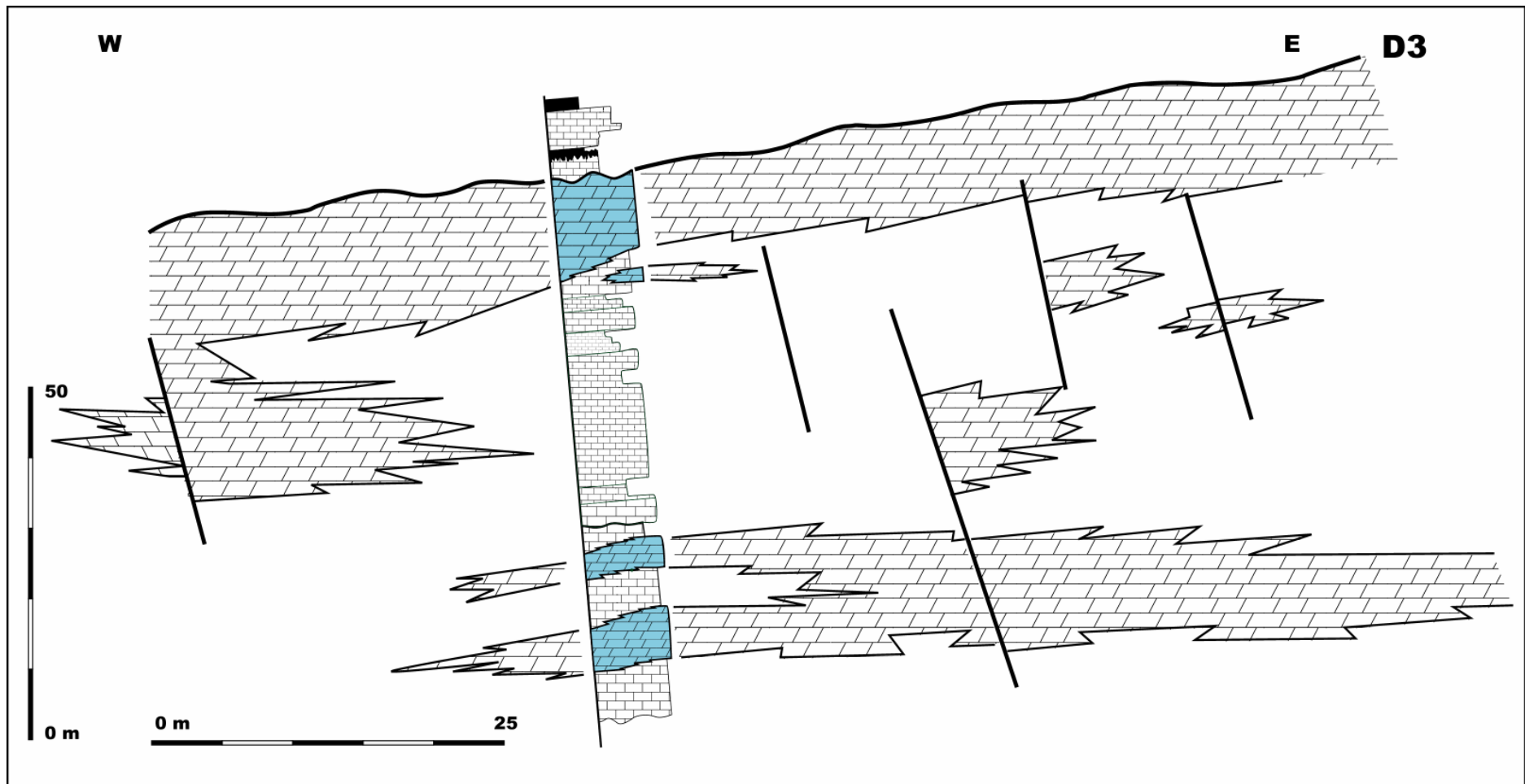


Figura 5.45. Dibuix esquemàtic de la zona del Tossal d'Orenga amb les geometries dels cossos dolomítics i la discontinuïtat D3. L'escala vertical està exagerada.

Petrologia

Les principals litologies identificades als cossos dolomítics de la zona del Tossal d'Orenga són: dolomies, desdolomies i ciments de calcita postdolomitització.

Dolomies

Les dolomies que apareixen a la zona del Tossal d'Orenga són: les dolomies de reemplaçament, el ciment dolomític i el ciment de dolomia barroca.

1. Les dolomies de reemplaçament estan formades per cristalls euèdrics, localment ròmbics de mida entre 40 i 220 μm . Són cristalls de color clar, amb poques inclusions i no estan zonats. El color d'aquests cristalls varia en funció del grau de desdolomitització. La desdolomitització que afecta la roca dolomítica és d'un 20 %. Al microscopi de catodoluminiscència aquests cristalls tenen el nucli amb una luminiscència vermella-taronja opaca i localment tenen una envolta externa taronja brillant luminiscent.

2. El ciment dolomític està format per cristalls subèdrics-euèdrics de mida entre 50 i 300 μm nets i omplen porositat intercrystal.lina, vacuolar i mòldica. La desdolomitització que afecta aquests cristalls és de fins a un 5 %. Al microscopi de catodoluminiscència aquests cristalls tenen el nucli amb una luminiscència vermella-taronja opaca i localment tenen una envolta externa taronja brillant luminiscent.

3. El ciment de dolomia barroca està format per grans cristalls amb una mida de fins a 2-3 mm, de color clar, cares corbades i amb extinció ondulant. Aquest ciment està omplint la porositat intrapartícula dels grans components (oncòlits i gasteròpodes principalment) i omple la porositat interpartícula de grainstones oolítics. Localment també es troba omplint porositat vacuolar. Aquest ciment està parcialment desdolomititzat.

Desdolomies

Les desdolomies del Tossal d'Orenga són: les desdolomies idiotòpiques, les desdolomies hipidotòpiques i les desdolomies de ciment de dolomia barroca.

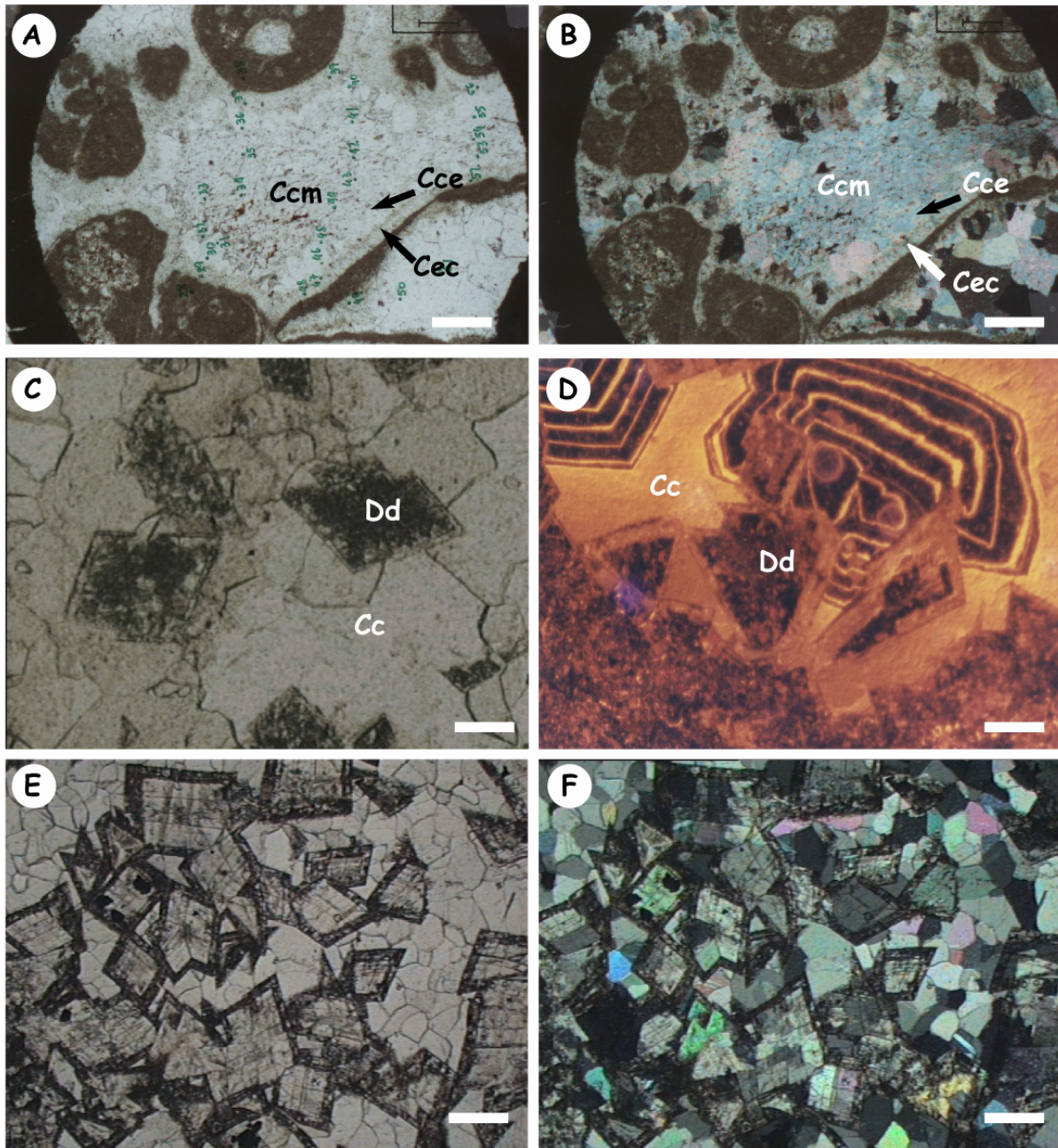


Figura 5.46. A. Grainstone amb tres generacions de ciment de calcita previs a la dolomitització: ciment elongat de calcita (Cec), ciment esparític equigranular de calcita (Cce) i ciment megasparític de calcita (Ccm). Mostra TO-02. Barra de 250 μm . B. És la mateixa fotografia a nícols creuats. Mostra TO-02. Barra de 250 μm . C. Desdolomia idiotòpica (Dd) amb el nucli format per microcristalls de calcita. Mostra TO-03. Barra de 300 μm . D. El nucli dels cristalls de desdolomia idiotòpica (Dd) al microscopi de catodoluminiscència és motejat taronja luminescent i l'envolta és homogènia taronja luminescent. El ciment poquilotòpic de calcita (Cc) té una luminiscència a bandes no luminescents i bandes taronja brillants luminescents. Mostra TO-03. Barra de 125 μm . E. Desdolomia idiotòpica amb el nucli format per cristalls de calcita esparítica i l'envolta està formada per microcristalls de calcita. Mostra TO-19. Barra de 350 μm . F. És la mateixa fotografia a nícols creuats. Mostra TO-19. Barra de 350 μm .

1. Les desdolomies idiotòpiques estan constituïdes per cristalls euèdrics, ròmbics de fins a 200 µm aproximadament, de color beige i marró, que s'han desdolomititzat totalment tot i que no han perdut la seva morfologia inicial; es coneixen com a polimorfes policristal·lins ròmbics de calcita post-dolomita (Evamy, 1967; Longham i Mench, 1978; Budai *et al.*, 1984). Aquests cristalls estan constituïts per un nucli format per un mosaic unimodal de microcristalls de calcita de poques µm, i per una envolta de 10 µm que està en continuïtat òptica amb el ciment esparític de calcita del voltant (Figura 5.46C). També es troben cristalls en què l'envolta està formada per microcristalls de calcita i el nucli està format per cristalls esparítics de calcita (Figura 5.46E i 5.46F). Originalment es tractava de dolomies de reemplaçament o rombòedres aïllats de dolomita que afectava a la matriu de packstones i wackestones i/o ciment dolomític que ocupava la porositat vacuolar. El grau de desdolomitització ha estat del 100 %. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls tenen el nucli motejat luminiscent i l'envolta és homogènia taronja luminiscent (Figura 5.46D).

2. Les desdolomies hipidiotòpiques estan formades per un mosaic de cristalls de calcita polimodals amb morfologia subèdrica i localment anèdrica amb les cares no planars. La mida dels cristalls varia des de 20 µm fins a les 250 µm, tot i que localment els cristalls poden arribar a tenir fins a 2 mm. Són cristalls bruts i amb extinció pseudondulant. Localment s'hi observen fantasmes dels components esquelètics de la roca original, sobretot oòlits i peloids i en el cas en què la dolomitització ha estat selectiva. Localment també hi ha pseudomorfes de cristalls ròmbics de dolomita. El grau de desdolomitització d'aquestes roques és d'entre el 80 i el 100 %. En la majoria de casos el procés de desdolomitització s'inicia des de fora del cristall cap al nucli (que localment pot romandre inalterat). En general els cristalls de desdolomita anèdrics són més petits que els cristalls de dolomita originals. La porositat d'aquesta roca és gairebé nul·la, i ha estat ocupada per ciment esparític de calcita de tipus 1. Al microscopi de catodoluminiscència els cristalls de desdolomita no són luminiscent tot i que localment tenen un motejat groc luminiscent.

3. Les desdolomies de ciment de dolomia barroca està formada per cristalls mil·limètrics originalment de ciment de dolomia barroca que ocupa porositat vacuolar. Als plans d'exfoliació dels cristalls s'hi acumulen òxids de ferro associats a la desdolomitització (Folkman, 1969; Frank, 1981).

Ciments de calcita postdolomitització

Els ciments de calcita postdolomitització que s'han observat al Tossal d'Orenga són: el ciment esparític de calcita de tipus 1 i el ciment esparític de calcita de tipus 2.

1. El ciment esparític de calcita de tipus 1 està format per cristalls equigranulars esparítics i megasparítics de mida entre 50 i 300 μm (tot i que poden tenir una mida de fins a 1mm) i són de color clar. Generalment aquests cristalls ocupen porositat intercrystal·lina, vacuolar i fractura. Aquest ciment està associat a la desdolomitització. Al microscopi de catodoluminiscència són cristalls tenen una luminiscència homogènia taronja opaca.

2. El ciment esparític de calcita de tipus 2 presenta una textura poiquilotòpica i està format per cristalls de calcita amb una mida de fins a 2 mm. Són cristalls nets de color clar i ocupen porositat vacuolar. Aquests cristalls engloben a cristalls ròmbics de dolomita i de desdolomies idiotòpiques i, en aquest últim cas estan en continuïtat òptica amb l'envolta d'aquests cristalls. Al microscopi de catodoluminiscència aquests cristalls estan zonats amb una primera etapa no luminiscent i una segona etapa formada per bandes ataronjades i grogues brillants luminiscents alternant amb bandes no luminiscents més estretes (Figura 5.46D).

Mineralogia: estequiometria

Les desdolomies hipidiotòpiques tenen un contingut molar de MgCO_3 que varia entre 0,3 i 3,8 % amb un valor mitjà de 1,0 % molar de MgCO_3 . Les desdolomies de ciment de dolomia barroca presenten uns valors entre 0,3 i 0,9 % molar de MgCO_3 amb un valor mitjà de 0,5 % molar de MgCO_3 (Figura 5.47, Taula 5.28).

Geoquímica elemental

La mineralogia dels oòlits i peloids que constitueixen la roca calcària encaixant varia entre 4140 i 5870 ppm de Mg amb un valor mitjà de 4650 ppm de Mg. El contingut de Fe que varia entre valors <l.d. i 520 ppm,. L'estronci presenta un valor de 270 ppm i el contingut de Mn i de Na està per <l.d.

El contingut de Mg del ciment elongat de LMC varia entre 1250 i 5750 ppm amb un valor mitjà de 3360 ppm de Mg. El seu contingut de Fe varia des de valors sota els límits de detecció (<l.d.) fins a 1550 ppm. L'estronci presenta un valor de 190 ppm. El contingut de Mn i Na està per <l.d. El ciment esparític de LMC té un contingut en Mg que varia entre el límit

de detecció i 5160 ppm, té un contingut en Fe que varia des de <l.d. fins a 1990 ppm. El contingut de Mn i Sr i Na estan sota els límits de detecció (excepte un valor) (Figura 5.47, Taula 5.28).

Les desdolomies hipidiotòpiques tenen un contingut de Mn que varia des de <l.d. fins a 320 ppm i un contingut de Fe que varia des de <l.d. fins a 4550 ppm. El contingut de Sr i Na està <l.d. Les desdolomies de ciment de dolomia barroca tenen un contingut en Mn que varia des de <l.d. fins a 1700 ppm i un contingut en Fe des de <l.d. fins a 1460 ppm. El contingut de Sr i Na també està <l.d. (Figura 5.47, Taula 5.28).

El ciment esparític de calcita de tipus 2 té valors de Mg que varien des de 820 ppm fins a 12860 ppm de Mg amb un valor mitjà de 3920 ppm de Mg, té un contingut de Mn que varia des de <l.d. fins a 230 ppm i de Fe que varia des de <l.d. fins a 4080 ppm. El contingut de Sr i Na està <l.d. (Figura 5.47, Taula 5.28).

			ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Ciments de calcita pre-dolomitització	Oòlits i peloids	Màxim	5870	399110	-	520	-	-
		Mínim	4140	389090	-	<l.d.	-	-
		Promig	4650	394450	-	-	270	-
		Desviació	640	3830	-	-	-	-
			n=6	n=6		n=4	n=1	
	Ciment elongat de LMC	Màxim	5750	403800	-	1550	-	-
		Mínim	1250	389200	-	<l.d.	-	-
		Promig	3360	396740	-	-	190	-
		Desviació	1050	3440	-	-	-	-
			n=31	n=31		n=8	n=1	
	Ciment esparític de LMC	Màxim	5160	406350	1620	1990	-	-
		Mínim	<l.d.	389190	<l.d.	<l.d.	-	-
Promig		-	399150	-	-	240	210	
Desviació		-	4300	-	-	-	-	
		n=72	n=72	n=4	n=36	n=1	n=1	
		MgCO₃	CaCO₃	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na	
Desdolomies hipidiotòpica	Màxim	3,8	99,8	320	4550	-	-	
	Mínim	0,3	94,4	<l.d.	<l.d.	-	-	
	Promig	1,0	98,1	-	-	-	-	
	Desviació	0,8	1,3	-	-	-	-	
		n=18	n=18	n=3	n=16			
Desdolomies de ciment de dolomia barroca	Màxim	0,9	100,6	1700	1460	-	-	
	Mínim	0,3	97,9	<l.d.	<l.d.	-	-	
	Promig	0,5	99,3	-	-	-	-	
	Desviació	0,2	0,8	-	-	-	-	
		n=18	n=18	n=9	n=4			

			ppm Mg	ppm Ca	ppm Mn	ppm Fe	ppm Sr	ppm Na
Ciments de calcita postdolomititz	Ciment esparític de calcita de tipus 1	Màxim	12860	407940	230	4080	-	-
		Mínim	820	378530	<1.d.	<1.d.	-	-
		Promig	3920	397430	-	-	-	-
		Desviació	2490	6290	-	-	-	-
			n=20	n=20	n=2	n=16		

Taula 5.28. Estequiometria i geoquímica elemental.

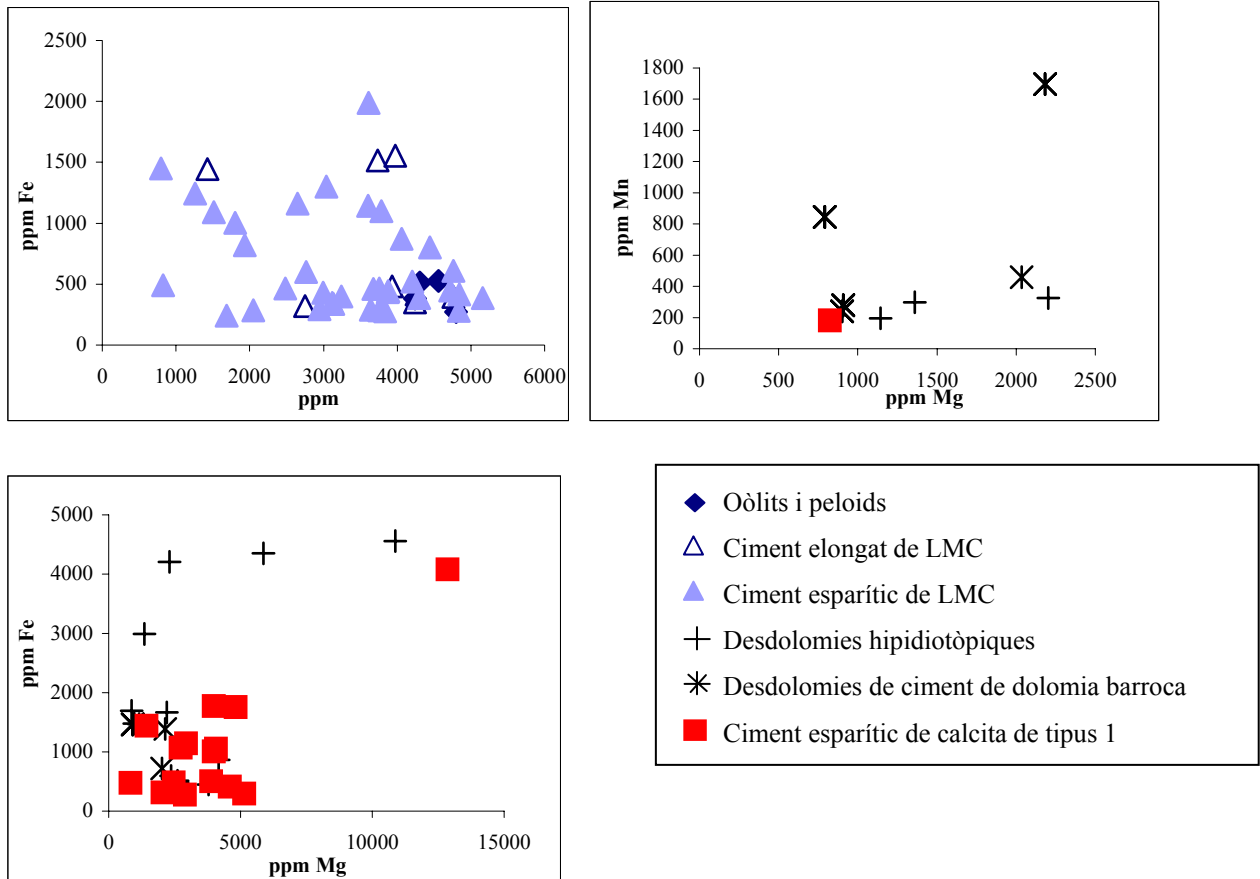


Figura 5.47. Composició mineralògica i geoquímica elemental dels ciments de calcita pre-dolomitització, les desdolomies i els ciments de calcita postdolomitització.