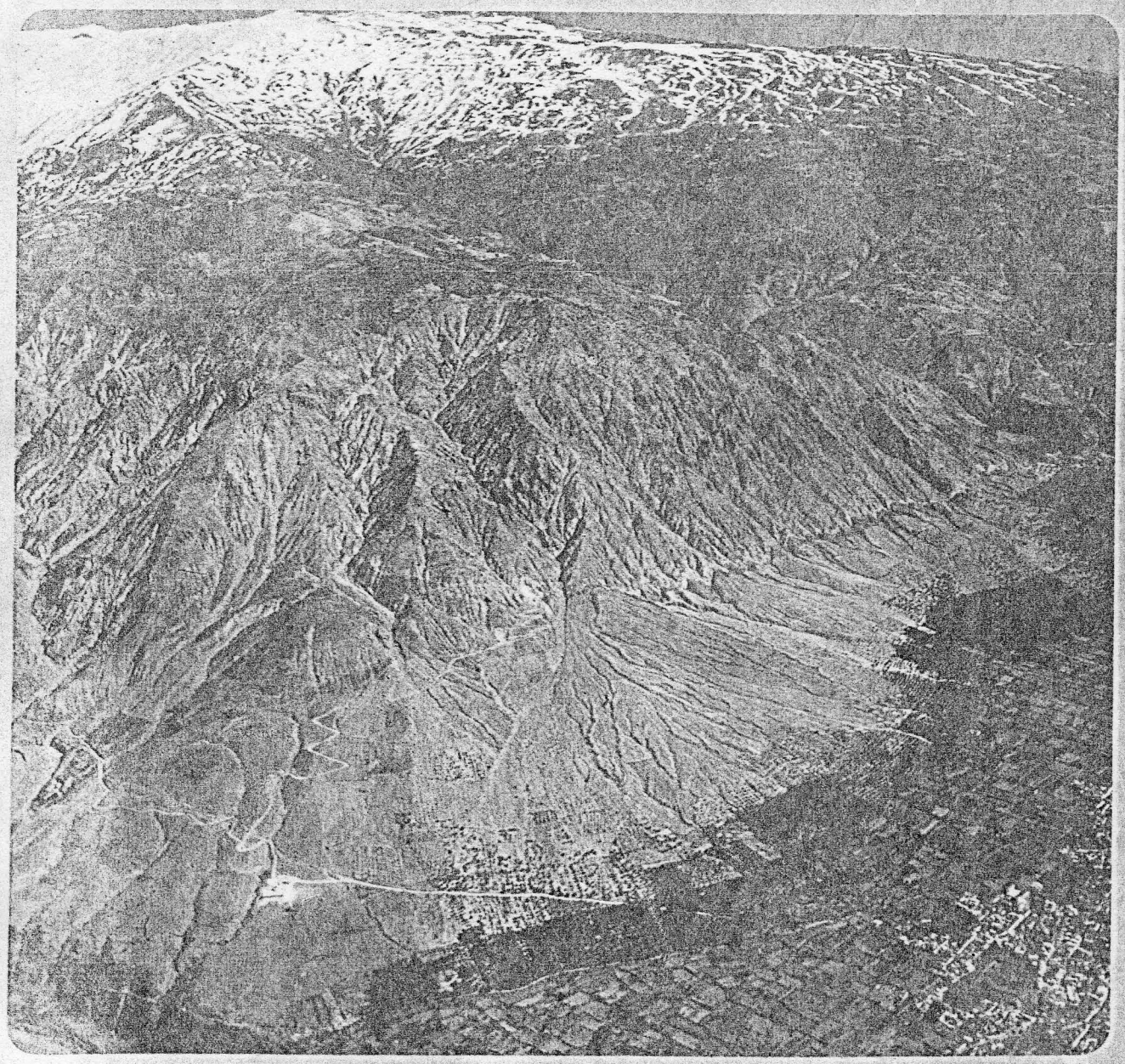
GEOGACETA

Edita: Sociedad Geológica de España N.º 1 Diciembre 1986



Comunicaciones 2.ª Sesión Científica.

Reseñas. Noticias.

Estatutos. Reglamento. Miembros.

II Congreso Geológico de España.

poration rates favoring changes in Ph conditions.

Conclusions

Sepiolite occurrences in Paracuellos de Jarama are restricted to the most distal areas of an arkosic alluvial fan system. Sedimentary subenvironments, i. e. ponds with more or less hydrologic influence of the neighbouring slightly alkaline lake waters, where sepiolite was precipitated evolved according on progressive progradation or retrogradation stages of the alluviums. Sepiolite of pedogenic origin is also found in widely developed calcrete profiles that characterize the distal areas of the fans.

A close relationship between sepiolite ocurrences and sedimentary facies indicative of fresh-water flooding may be concluded from the analysis of the Paracuellos section. So, sepiolite formation seems to take place in relatively dilute waters.

Massive sepiolite deposits at the lower side of Paracuellos area can be compared with those economically extracted in Madrid. The model proposed in this paper is envisaged as a reallistic model for the genesis of the sepiolite in this latter location.

References

Alonso, A. M.; Calvo, J. P. & García del Cura, M. A. (1986): *Estudio Geol.*, 42: 79-101.

Doval, M.; Calvo, J. P.; Brell, J. M. & Jones, B. F. (1986): *Abtracts Symp. Geochem. Earth Surf. and Processes of Mineral Formation. Granada.*

Galán, E. & Castillo, A. (1984): In: *Polygorskite-sepiolite occurrences, genesis and uses,* Elsevier, 87-124.

Jones, B. F. (1985): *U. S. Geological Survey Bulletin* (in press).

Khoury, H. N.; Eberl, D. D. & Jones, B. F. (1982): *Clays and Clay minerals,* 30: 327-336.

Leguey, S.; Ordoñez, S.; García del Cura, M. A. & Medina, J. A. (1984): *I Congreso Español de Geología,* 2: 355-371.

Megías, A. G.; Ordóñez, S. & Calvo, J. P. (1982): *V Congreso Latinoamericano de Geología,* Argentina, 2: 427-439.

Millot, G. (1970): *Geology of clays,* Ed. Springer-Verlag.

Singer, A. (1984): In: *Palygorskite-sepiolite occurrences, genesis and uses,* Elsevier, 169-176.

Singer, A. & Galán, E. (1984): *Palygorskite-sepiolite occurrences, genesis and uses. Elsevier.*

Watts, N. L. (1980): *Sedimentology,* 27: 661-678.

This work is included in the project: «Evolución geológica de la Cuenca Media del Tajo: aspectos sedimentológicos, geoquímicos y recursos», financed by C.A.Y.C.I.T.-C.S.I.C.

Recibido el 1 de septiembre de 1986.
Aceotado el 8 de septiembre de 1986.
Presentado en la Sesión Científica de Barcelona, el 19 de septiembre de 1986.

Comentarios

Federico Ortí.—En relación con el carácter de lago hipersalino, que parece estar en conexión con la génesis de estas sepiolitas, ¿habéis encontrado algunos otros minerales, como quizá carbonatos de Na o K, que completen estas supuestas paragénesis alcalinas?

José Pedro Calvo.—Es posible que la utilización directa del término «alcalino» en lo que se refiere al ámbito lacustre adyacente a los depósitos de sepiolita, conduce a una interpretación equívoca de lo que queremos expresar en cuanto a las características hidroquímicas de dicho ámbito. Al utilizar aquel término nos referimos exclusivamente al pH moderadamente alcalino de las aguas en el sistema lacustre. De acuerdo con esto no habría presencia de fases minerales netamente alcalinas como las señaladas en la pregunta. Recogemos en cualquier caso la observación para introducir en el texto de la comunicación las modificaciones adecuadas.

Petrogénesis de los basaltos alcalinos de La Garrotxa, región volcánica del NE de España

J. López Ruiz. Departamento de Geología. Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.). 28006 Madrid.
E. Rodríguez Badiola. Departamento de Geología. Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.). 28006 Madrid.
J. M. Cebriá Gómez. Departamento de Geología. Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.). 28006 Madrid.

ABSTRACT

Compositional trends and trace elements abundance in leucite-basanites, nepheline-basanites and olivine basalts from La Garrotxa (NE Spain region), suggest that the parental magma were originated from an homogeneous lherzolite source, strongly enriched in incompatible elements (between x15-x4 the chondritic values for the highly incompatible elements and between x5-x2 for the moderately incompatible), in which neither kaersutite, phlogopite or apatite remained as residual phases. The leucite-basanite magmas were derived by lower degrees of melting (7-10%) than the basanite s.s. and the olivine basalt magmas (13-15%). Except some primary leucite-basanites, the lavas from La Garrotxa underwent a moderate fractionation (≃20%) of ol + cpx + mg, in proportion that range between 75-40%, 55-10% and 15-0%, respectively.

López Ruiz, J.; Rodríguez Badiola, E., y Cebriá Gómez, J. M. (1986): Petrogénesis de los basaltos alcalinos de La Garrotxa, región volcánica del NE de España. *Geogaceta,* 1, 28-31.

Key words: *Leucite-basanites, nepheline-basanites, olivine basalts, partial melting, fractional crystallization, Upper Mantle, Mediterranean volcanism.*

Introducción

El borde mediterráneo ibérico ha sido afectado por un intenso y complejo volcanismo desde principios del Mioceno hasta una época muy reciente. La mayor parte de la actividad volcánica se ha centrado en las regiones del SE (Cabo de Gata, Mazarrón, Cartagena) y del NE (Ampurdán, Selva, Garrotxa). Aunque este volcanismo es en buena parte coetáneo, sin embargo la naturaleza de los magmas generados en una y otra región es diferente. Así, mientras que en el SE aparecen rocas calco-alcalinas, calco-alcalinas potásicas, shoshoníticas, ultrapotásicas y basaltos alcalinos, en la región NE únicamente se han originado basaltos alcalinos.

El área de La Garrotxa es el sector más importante, mejor conservado y más reciente de los que integran la región volcánica del NE. Este hecho, unido al carácter primario o relativamente poco diferenciado de la mayor parte de las lavas, convierte a las rocas volcánicas de este área en unas excelentes muestras para abordar la composición mineralógica y química del manto del que proceden, identificar el proceso por el que se han generado y han evolucionado y cuantificar los parámetros del mismo.

Petrología y Geoquímica

Las rocas volcánicas de La Garrotxa pueden agruparse en tres tipos: basanitas leucíticas, basanitas s.s. y basaltos olivínicos (López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1985). La petrología de estos tres tipos es relativamente sencilla y no existen notables diferencias entre ellos, si se exceptúa la abundancia de leucita, mayoritaria en las basanitas leucíticas y esporádica en los otros dos tipos. Así, tanto las basanitas como los basaltos están constituidas por augita titanífera, olivino (Fo92-Fo74), plagioclasa (An71-An58) y titanomagnetita, a los que hay que añadir leucita, nefelina y, menos frecuentemente, analcima, en el caso de las basanitas. Clinopiroxeno y olivino aparecen en fenocristales y en la matriz, mientras que el resto de los minerales están relegados a esta última, en donde se disponen intersticialmente entre los cristales de plagioclasa.

En estas rocas son frecuentes los agregados de cristales de augita, olivino y, excepcionalmente, de plagioclasa, cuya composición es similar a la de los fenocristales correspondientes. Asimismo son abundantes los enclaves de rocas ultrabásicas y ultramáficas.

En cuanto a su composición química (López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1985, y Hertogen *et al.*, en preparación), todas las rocas tienen nefelina normativa y presentan altos contenidos en álcalis ($Na_2O + K_2O > 5\%$), TiO_2 (2,10-2,85%), P_2O_5 (0,45-0,85%) y elementos incompatibles (por ejemplo: Rb = 26-55 ppm, Ba = 482-992 ppm, Sr = 705-1.058 ppm, La = 36,6-81,4 ppm, Ce = 72-166 ppm, Th = 2,91-9,3 ppm, Y = 22-33 ppm, Zr = 140-269 ppm, Hf = 4,2-8,2 ppm, Ta = 3,09-6,7 ppm). Asimismo son elevados su número de Mg (57,7-68,3) y su abundancia en elementos compatibles (Ni = 67-319 ppm, Cr = = 133-405 ppm, V = 193-277 ppm, Co = 2254 ppm).

En contraposición con la uniformidad petrológica que muestran los tres tipos establecidos, desde el punto de vista geoquímico, las basanitas leucíticas se diferencian claramente de las basanitas s.s. y de los basaltos olivínicos, por su más elevado contenido en álcalis, y más específicamente en K_2O, y en elementos incompatibles.

Por otra parte, dentro de las basanitas leucíticas pueden distinguirse dos conjuntos de rocas: grupo a, con altos contenidos en elementos incompatibles y compatibles (por ejemplo: GA-15, GA-13, GA-16), y grupo b, con un relativamente alto contenido en elementos incompatibles y bajo en elementos compatibles (por ejemplo: GA-1, GA-20, GA-6). Asimismo, dentro de las basanitas s.s. y de los basaltos olivínicos pueden establecerse otros dos grupos: grupo c, caracterizado por una moderada abundancia en elementos incompatibles y compatibles (por ejemplo: GA-11, GA-9, GA-12), y grupo d, con una concentración relativamente baja, tanto en elementos incompatibles como compatibles (por ejemplo: GA-18, GA-19, GA-17).

Las relaciones isotópicas Sr^{87}/Sr^{86} de estas rocas están comprendidas entre 0,7035-0,7044 (Araña *et al.*, 1983). Este rango de variación es idéntico al que presentan los basaltos alcalinos de las dos áreas vecinas: SE de España (Hertogen *et al.*, 1985) y Macizo Central francés (Chauvel y Jahn, 1984), y es comparable al que muestran los basaltos de islas oceánicas (Hoffmann y Hart, 1978).

Génesis

Los caracteres geoquímicos que presentan las lavas de La Garrotxa, indican que los magmas que han dado origen a estas rocas corresponden a líquidos primarios (por ejemplo: GA-15, GA-13, GA-16) o poco diferenciados (el resto de las muestras analizadas). La naturaleza primaria o poco diferenciada de dichos magmas queda reforzada además por la casi sistemática presencia en estas lavas de inclusiones de peridotitas. A su vez, los caracteres petrológicos sugieren que olivino, clinopiroxeno y titanomagnetita son los únicos minerales que pueden haber jugado un papel importante en la diferenciación sufrida por algunos de estos magmas.

En todas las rocas analizadas, las relaciones entre elementos incompatibles son idénticas. Además, las correlaciones que presentan K_2O, Rb y Ba por una parte, y P_2O_5 y Sr, por otra, frente a los elementos altamente incompatibles del sistema (Th, U, La, Ce), son muy elevadas. Ambos hechos sugieren que los magmas correspondientes han derivado de un manto homogéneo, del que estaban ausentes kaersutita, flogopita y apatito, y que la mayor abundancia en elementos incompatibles que presentan las basanitas leucíticas frente a los otros dos tipos petrológicos establecidos, tiene que ser debida al distinto grado de fusión parcial requerido, y en menor medida a la diferente proporción en la que se han separado las fases que han intervenido en la fraccionación. Dicho de otra forma, el manto del que han derivado las lavas de La Garrotxa está compuesto por olivino + ortopiroxeno + clinopiroxeno + + granate (espinela), y las basanitas leucíticas se han originado mediante tasas de fusión más bajas que las basanitas s.s. y que los basaltos olivínicos.

Si se acepta que la proporción en la que se encuentran en el manto las fases minerales que acaban de ser enumeradas, es similar a la que muestran las lherzolitas que aparecen en xenolitos en muchos basaltos alcali-

nos; que la proporción en que dichas fases intervienen en el fundido es equivalente a la composición de los eutécticos correspondientes, y que las rocas GA-15, GA-13 y GA-16 representan líquidos primarios, puede calcularse la concentración en elementos traza de la porción de manto en la que se han originado las lavas de La Garrotxa. Estos datos, obtenidos para un amplio espectro de composiciones modales del material originario, se encuentran recogidos en la tabla 1. En todos los casos se ha utilizado la ecuación (15) de Shaw (1970), se ha aceptado que F=7% y se ha supuesto que los valores de C_L corresponden a los determinados en la muestra GA-15.

La inspección de los datos de la tabla 1 pone de manifiesto que el manto en el que se han originado las lavas de La Garrotxa, está altamente enriquecido en elementos incompatibles (entre x15 y x4 los valores condríticos para los elementos fuertemente incompatibles y entre x5 y x2 los valores condríticos para los moderadamente incompatibles).

Por lo que respecta a las rocas diferenciadas, las características geoquímicas que exhibe cada uno de los grupos a los que se hizo referencia más arriba, indican que dichas rocas no pueden haber derivado de un magma primario común por cristalización fraccionada de las fases que aparecen en fenocristales. Por consi-

Tabla 1.—Abundancia en elementos traza del Manto del que proceden las lavas de La Garrotxa, según Hertogen *et al.* (en preparación)

	1	2	3	4
Composición modal del Manto (% en peso)				
Olivino	55	56	55	51
Ortopiroxeno	25	16	20	21
Clinopiroxeno	10	13	15	23
Espinela	—	—	—	5
Granate	10	15	10	—
Composición modal del fundido (% en peso)				
Olivino	—	5	10	10
Ortopiroxeno	25	20	20	20
Clinopiroxeno	25	25	30	60
Espinela	—	—	—	10
Granate	50	50	40	—
Co (ppm)				
Rb	4	4	4	4
Ba	70	70	70	70
Sr	99	106	107	115
La	5,2	5,2	5,2	5,6
Ce	11	11	11	12
Nd	5,0	5,2	5,3	5,5
Sm	0,91	0,99	0,98	1,02
Eu	0,29	0,32	0,31	0,32
Tb	0,12	0,14	0,13	0,12
Yb	0,81	1,27	0,89	0,26
Lu	0,19	0,31	0,21	0,04
Co	98	94	95	96
Ni	1.832	1.793	1.799	1.794
V	87	97	102	143
Cr	601	711	766	1.124

Tabla 2.—Abundancia en elementos traza observada y calculada para las rocas basálticas diferenciadas de La Garrotxa, según Hertogen *et al.* (en preparación)

	Basanitas leucíticas				Basanitas nefelínicas y Basaltos olivínicos			
	Grupo b (GA-20)		Grupo b (GA-6)		Grupo c (GA-11/GA-9)		Grupo d (GA-18/GA-19/GA-17)	
	Observado	Calculado*	Observado	Calculado*	Observado	Calculado*	Observado	Calculado*
Rb	50	44	44	44	33	34	26-29	30
Ba	829	796	880	796	651-707	624	482-504	547
Sr	998	1.000	998	1.005	793-806	800	716-777	732
La	58,7	63,1	65,3	63,1	33,6-43,9	48,8	36,6-37,1	42,4
Ce	119	130,7	127	130,7	72-95	101,5	78-79	88,7
Nd	48,2	57,2	51,7	57,4	35,8-45,5	45,1	35,1-36,6	39,9
Sm	8,3	9,6	8,8	9,70	7,2-8	7,8	6,9-7	6,98
Eu	2,61	2,97	2,71	2,98	2,34-2,51	2,41	2,25-2,29	2,19
Tb	0,98	1,14	1,02	1,14	0,96-0,97	0,95	0,91-0,93	0,87
Yb	2,19	3,06	2,21	3,08	1,87-2,02	3,38	1,92	3,71
Lu	0,32	0,49	0,32	0,50	0,24-0,28	0,59	0,29	0,69
Co	48	42	36	33	49-54	48	46-55	30
Ni	125	118	90	105	142-145	144	67-75	78
V	235	242	205	204	167-277	253	196-220	204
Cr	169	172	183	192	183-206	165	133-150	332

* Ver texto.

guiente, hay que considerar que las variaciones que se observan en las rocas analizadas que no representan líquidos indiferenciados, son debidas a variaciones en el porcentaje de fusión parcial y en el de las fases minerales que se han fraccionado. Para comprobar esta hipótesis, se ha calculado el efecto que ejerce la separación de distintas fases sobre la composición de líquidos derivados mediante diferentes tasas de fusión, de un material originario, cuya abundancia en elementos traza es similar al obtenido anteriormente (tabla 1).

Los resultados obtenidos (tabla 2) confirman la hipótesis expuesta, ya que las menores desviaciones entre los datos observados y calculados se consiguen para las rocas del grupo b a partir de un líquido que se ha originado mediante una tasa de fusión del 10%, del que se ha separado ol+cpx+mg en proporciones que oscilan entre 50-55%, 30-45% y 5-15%, respectivamente. A su vez, las rocas del grupo c derivan de magmas que han requerido un porcentaje de fusión del 13%, y la subsiguiente fraccionación del 40%ol+ +55%cpx+5%plg. Finalmente, las rocas del grupo d pueden proceder de un magma originado por el 15% de fusión parcial, del que se ha extraído 75%ol+10%cpx+15%mg. En todos los casos el grado de cristalización es del 20%.

Referencias

Araña, V.; Aparicio, A.; Martín, C.; García, L.; Ortiz, R.; Vaquer, R.; Barberi, F.; Ferrara, G.; Albert, J., y Gassiot, X. (1983): El volcanismo neógeno-cuaternario de Catalunya: caracteres estructurales, petrológicos y geodinámicos. *Acta Geol. Hispánica,* 18, 1-17.

Chauvel, C. y Jahn, B. M. (1984): Nd-Sr isotope and REE geochemistry of alkali basalts from the Massif Central, France. *Geochim. Cosmoch. Acta,* 48, 93-110.

Hertogen, J.; López Ruiz, J.; Rodríguez Badiola, E.; Demaiffe, D., y Weiss, D. (1985): Petrogenesis of ultrapotassic volcanics rocks from SE Spain: trace elements and Sr-Pb isotopes. *Terra Cognita,* 5, 215-216.

Hertogen, J.; López Ruiz, J., y Rodríguez Badiola, E.: Geochemistry of alkali basalts from Ampurdan-Selva-Garrotxa, NE Spain (en preparación).

Hofmann, A. W. y Hart, S. R. (1978): An assessment of local and regional isotopic equilibrium in the mantle. *Earth Planet. Sci. Letters,* 38, 44-62.

López Ruiz, J. y Rodríguez Badiola, E. (1985): La región volcánica mio-pleistocena del NE de España. *Estudios Geol.,* 41, 105-126.

Shaw, D. M. (1970): Trace element fractionation during anatexis. *Geochim. Cosmoch. Acta,* 34, 237-243.

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación «El volcanismo Neógeno-Cuaternario del Borde mediterráneo ibérico: implicaciones sobre la naturaleza del Manto superior y tectónica asociada», subvencionado por la CAICYT.

Recibido el 5 de septiembre de 1986
Aceptado el 9 de septiembre de 1986
Presentado en la Sesión Científica de Barcelona el 19 de septiembre de 1986

Modelos arrecifales neógenos de la depresión del río Almanzora (Almería)

C. J. Dabrio. Departamento Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Universidad. 37071 Salamanca.
M. D. Polo. I. B. Mateo Hernández. Barrio Garrido. 37005 Salamanca.

ABSTRACT

Two models of reef growth are proposed for the Neogene reefs interbedded into the siliciclastic rocks of the narrow, fault-controlled Almanzora Basin: patch reefs on actively-prograding fan deltas (e.g. Purchena and Serón) and fringing reefs on top of erosional reliefs cut down into uplifted areas of alluvial fans and/or pre-Neogene substratum (e.g. Cantoria).

Dabrio, C. J. y Polo, M. D. (1986): Modelos arrecifales neógenos de la depresión del río Almanzora (Almería). *Geogaceta,* 1, 31-33.

Key words: *Reef, Neogene, Almanzora Basin.*

Introducción

La depresión del río Almanzora es alargada de E a W y estrecha, y tiene un origen tectónico. Los materiales neógenos que la rellenan son en su mayor parte siliciclásticos, pero hay también intercalaciones organógenas de origen arrecifal. En trabajos anteriores se ha establecido la estructura y la estratigrafía de la cuenca entre Caniles y Serón (Maldonado, 1970), Serón y Purchena (Martín, 1972) y Serón y Albox (Voezmans, Martín y Gómez, 1978) y se estudiaron los materiales arrecifales (Dabrio, 1974, 1975). No obstante, ninguno de ellos estableció modelos sedimentarios precisos para las rocas neógenas y, en especial, para los arrecifes. Por ello, el objetivo de este trabajo es estudiar los tipos esenciales de crecimiento arrecifal en la cuenca.

Estratigrafía

El relleno neógeno de la cuenca puede dividirse en dos grandes unidades incluidas dentro de la UTS del