

# MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS GEOLOGICOS

Número 3

Junio 1984

## SUMARIO

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| AUERNHEIMER C.<br>El Mioceno medio de Elda-Petrel (Alicante). III. Medios de sedimentación .....  | 3             |
| MARTIN-ALGARRA A. y MARTINEZ-GALLEGO J.<br>El Paleógeno del Penibético (Cordillera Bética).....   | 41            |
| FREŠNEDA M., ACUÑA J.D. y BORONAT J.<br>Asociaciones malacológicas vivas y muertas de tres unidades bionómicas de la Cala Portichol (Alicante, España).....   | 65            |
| FERNANDEZ J.<br>Capas rojas triásicas del borde Sureste de la Meseta, síntesis estratigráfica y sedimentológica.....  | 89            |
| ALONSO-GAVILAN G.<br>Evolución del sistema fluvial de la formación areniscas de Aldearrubia, (Paleógeno superior) (Provincia de Salamanca).   | 107           |
| ZAZO C., GOY J.L. and AGUIRRE E.<br>Did <i>Strombus</i> survive the Last Interglacial in the Western Mediterranean Sea?.....  | 131           |
| PINA J.A., AUERNHEIMER C. y FERRANDIS E.<br>Análisis numérico de microfacies carbonatadas del Cretácico inferior de Sierra Salinas (Alicante, España).....  | 139           |
| ESTEVEZ A., GONZALEZ-DONOSO J.M., LINARES D., MARTIN-ALGARRA A., SANZ DE GALDEANO C. y SERRANO F.<br>El cabalgamiento Finisierravallense del Norte de Sierra Arana (Cordillera Bética). Observaciones sobre la caracterización bioestratigráfica del Serravallense..... | 151           |

# MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS GEOLOGICOS

Número 3

Junio 1984



## SUMARIO

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| AUERNHEIMER C.<br>El Mioceno medio de Elda-Petrel (Alicante). III. Medios de sedimentación.....   | 3             |
| MARTIN-ALGARRA A. y MARTINEZ-GALLEGO J.<br>El Paleógeno del Penibético (Cordillera Bética).....   | 41            |
| FRESNEDA M., ACUÑA J.D. y BORONAT J.<br>Asociaciones malacológicas vivas y muertas de tres unidades bionómicas de la Cala Portichol (Alicante, España).....   | 65            |
| FERNANDEZ J.<br>Capas rojas triásicas del borde Sureste de la Meseta, síntesis estratigráfica y sedimentológica.....  | 89            |
| ALONSO-GAVILAN G.<br>Evolución del sistema fluvial de la formación areniscas de Aldearrubia, (Paleógeno superior) (Provincia de Salamanca).   | 107           |
| ZAZO C., GOY J.L. and AGUIRRE E.<br>Did <i>Strombus</i> survive the Last Interglacial in the Western Mediterranean Sea?.....  | 131           |
| PINA J.A., AUERNHEIMER C. y FERRANDIS E.<br>Análisis numérico de microfacies carbonatadas del Cretácico inferior de Sierra Salinas (Alicante, España).....  | 139           |
| ESTEVEZ A., GONZALEZ-DONOSO J.M., LINARES D., MARTIN-ALGARRA A., SANZ DE GALDEANO C. y SERRANO F.<br>El cabalgamiento Finisierravallense del Norte de Sierra Arana (Cordillera Bética). Observaciones sobre la caracterización bioestratigráfica del Serravallense..... | 151           |

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA — FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

# **MEDITERRANEA**

**SERIE DE ESTUDIOS GEOLOGICOS**

**Junio 1984**

**ANEJO DE LOS ANALES DE LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE**

Redacción: C. Auernheimer, J. A. Pina, A. Estevez

EDITA: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante

I.S.N.N. 0212—4300

Depósito Legal: A - 678 - 1984

Composición e Impresión:

Cooperativa Industrial Obrera de Artes Gráficas GUTENBERG  
Río Turia, 11 - Teléfonos 28 34 36 y 28 69 99  
03006 ALICANTE

Correspondencia: Departamento de Geología

Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante

Teléfono 66 11 50. Extensión 1015

Apartado 99 — ALICANTE

## ANÁLISIS NUMÉRICO DE MICROFACIES CARBONATADAS DEL CRETÁCICO INFERIOR DE SIERRA SALINAS (ALICANTE, ESPAÑA)

J.A. Pina<sup>1</sup>; C. Auernheimer<sup>1</sup> y E. Ferrandis<sup>2</sup>

### RESUMEN

A los componentes de las microfácies de un conjunto de muestras seriadas del Cretácico inferior de Sierra de Salinas (zona Prebética, provincia de Alicante), se les ha aplicado las técnicas de análisis *cluster* y análisis de correspondencias. Se discute la conveniencia de la utilización de ambos métodos para la delimitación de grupos y se interpretan con criterios sedimentológicos el resultado de los mismos.

### ABSTRACT

The microfácies components of carbonate cretaceous samples of Sierra Salinas (Prebetic zone, Alicante, Spain) have been treated by methods of multivariate analysis. The results of those both methods are compared and the clusters of samples interpreted through sedimentological criteria.

### INTRODUCCION

Desde la década de los años sesenta viene siendo usual el empleo de técnicas numéricas multivariantes en el análisis de datos geológicos. Existe una profusa bibliografía de aplicación de las diversas técnicas, siendo con mucho la resolución de problemas taxonómicos en Paleontología el campo de aplicación más corriente. En el trabajo que aquí se desarrolla se ha partido de los datos que proporciona el estudio de las microfácies de una secuencia estratigráfica. El tratamiento numérico de estos datos se ha llevado a cabo mediante las técnicas del análisis *cluster* y el análisis factorial de correspondencias.

La sección estudiada pertenece al Cretácico inferior de la Sierra de Salinas (Figura 1), e incluye miembros de la Formación Sierra del Pozo (García Hernández *et. al.*, 1982), «facies Weald», Formación Arroyo de los Anchos (*op. cit.*) y de la Formación Utrillas, constituyendo el techo de las mismas la Formación Dolomítica (*op. cit.*). Son pues, materiales de la zona Prebética y pertenecen al dominio Prebético Interno Septentrional según Jerez (1981). La serie sintética de Sierra de Salinas fue establecida por Azéma (1972) y con posterioridad existe un trabajo de Rodríguez Estrella *et. al.* (1980) que recoge diversos datos de sondeos realizados en el sector para el P.N.I.A.S.

1 Departamento de Geología. Universidad de Alicante.

2 Departamento de Bioestadística. Universidad de Alicante.

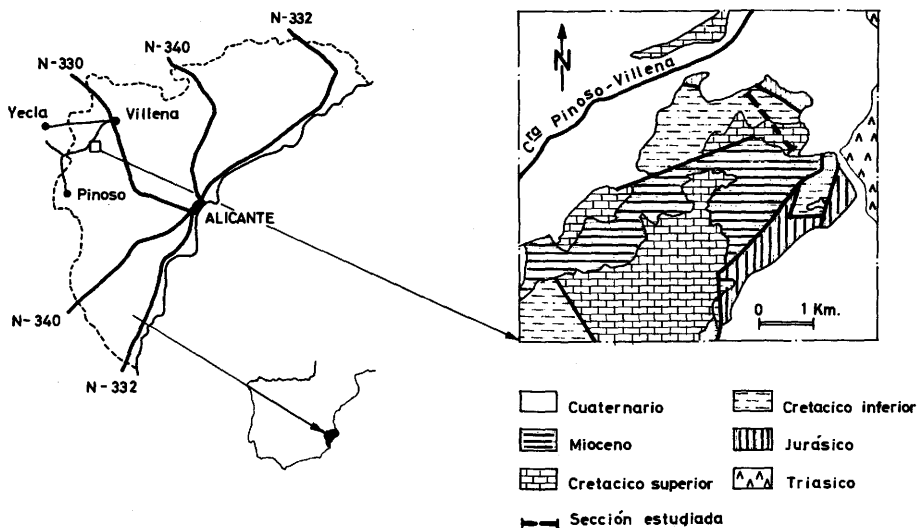


Fig. 1.—Gráfico de situación de la sección estudiada.

## MÉTODOS

Se han utilizado 56 muestras correspondientes a los niveles calizos que representan las distintas microfacies presentes en la secuencia. Para todas ellas se extrajeron como variables los contenidos porcentuales de la textura y de los distintos grupos de fósiles entre sí. Estas fueron: fracción gruesa insoluble, fracción fina insoluble, micrita, cemento, esparita secundaria, dolomita, peloides, intraclastos, oolitos, bioclastos, Equinodermos, Gasterópodos, Rudistas, Ostreas, Lamelibranquios indiferenciados, Miliólidos, Texturálidos y Lituólidos, grandes y pequeñas Orbitolinas, Alveolínidos, Foraminíferos calizos bentónicos, Ostrácodos, Carofitas, Cianofíceas, Rodofíceas, Dasicladáceas y otras algas verdes. En total 28 variables.

Para el análisis *cluster* se sustituyeron las variables correspondientes a la textura por los conceptos *mud matrix* y *grain-supported fabric* en el sentido de Dunham (1962) y se conservan aloquímicos y grupos de fósiles, entrando en todos los casos como presencia-ausencia. En el análisis factorial de correspondencias se utilizan las 28 variables, y entran cuantitativamente como porcentaje al total de roca.

Mediante el análisis *cluster* se procede a la construcción de dendogramas, técnica usual en taxonomía numérica. Esta técnica parte del

establecimiento de distancias o similitudes entre las distintas muestras. Las distancias se establecen en nuestro caso teniendo en cuenta las coincidencias y discrepancias que las distintas muestras presentan con relación a la presencia-ausencia de los elementos constitutivos de la microfacies. A partir de la matriz de similitudes se agrupan las muestras más próximas para formar un primer grupo con un máximo nivel de similitud. Una ponderación de las similitudes del resto de las muestras en el grupo (o los grupos) ya formados, proporciona una nueva matriz de similitudes que permite reiniciar el proceso de clasificación en una segunda fase y así iterativamente.

Como distancia, hemos utilizado la métrica de Camberra, (Lance y Williams 1966, a), y como algoritmo de ponderación para las similitudes entre grupos, el propuesto por Lance y Williams (1966, b).

Una descripción detallada de este método puede consultarse en Sneath y Sokal (1973), y ejemplos de su aplicación en el estudio de carbonatos son los trabajos de Purdy (1963), Behrens (1965), Bonhan-Carter (1965 y 1967), Veevers (1968) y Ekdale *et. al* (1976) entre otros.

La técnica del análisis factorial de correspondencias parte de una tabla de doble entrada (tabla de contingencia) de frecuencias relativas a distintos niveles de dos factores relativos, y establece a partir de la tabla de matrices distancias entre los niveles. Estas, son las distancias ji-cuadrado, y miden la mayor o menor proximidad entre los niveles de un factor, según la mayor o menor coincidencia de las distribuciones de frecuencia con relación al otro factor. La técnica analiza estos conjuntos de distancias como en el caso del análisis de componentes principales y permite representar en dimensión reducida los dos conjuntos de niveles de los dos factores simultáneamente. La representación de estos niveles en dimensión reducida puede sugerir la existencia de agrupaciones entre ellos y/o la existencia entre niveles de uno y otro factor.

El análisis de correspondencias fue introducido por Benzecri (1970) y desarrollado por el mismo autor en 1973. Una explicación detallada del mismo con aplicaciones en Geología puede consultarse en David *et. al.* (1977). Sobre las condiciones de muestreo, para aplicación en el estudio de microfacies, es importante el trabajo de Cugny (1975). Por otro lado, Peybernès *et. al.* (1977) aplican el análisis de correspondencias en microfacies de calizas urgonianas, y a partir del contenido fosilífero en lámina delgada interpretan los conjuntos faunísticos en relación con los medios de depósito y establecen un conjunto de ecozonas.

En nuestro caso, a partir de la clasificación que establece el análisis

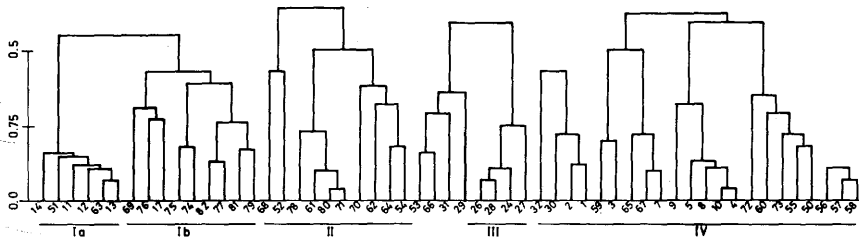


Fig. 2.—Dendrograma de las muestras estudiadas.

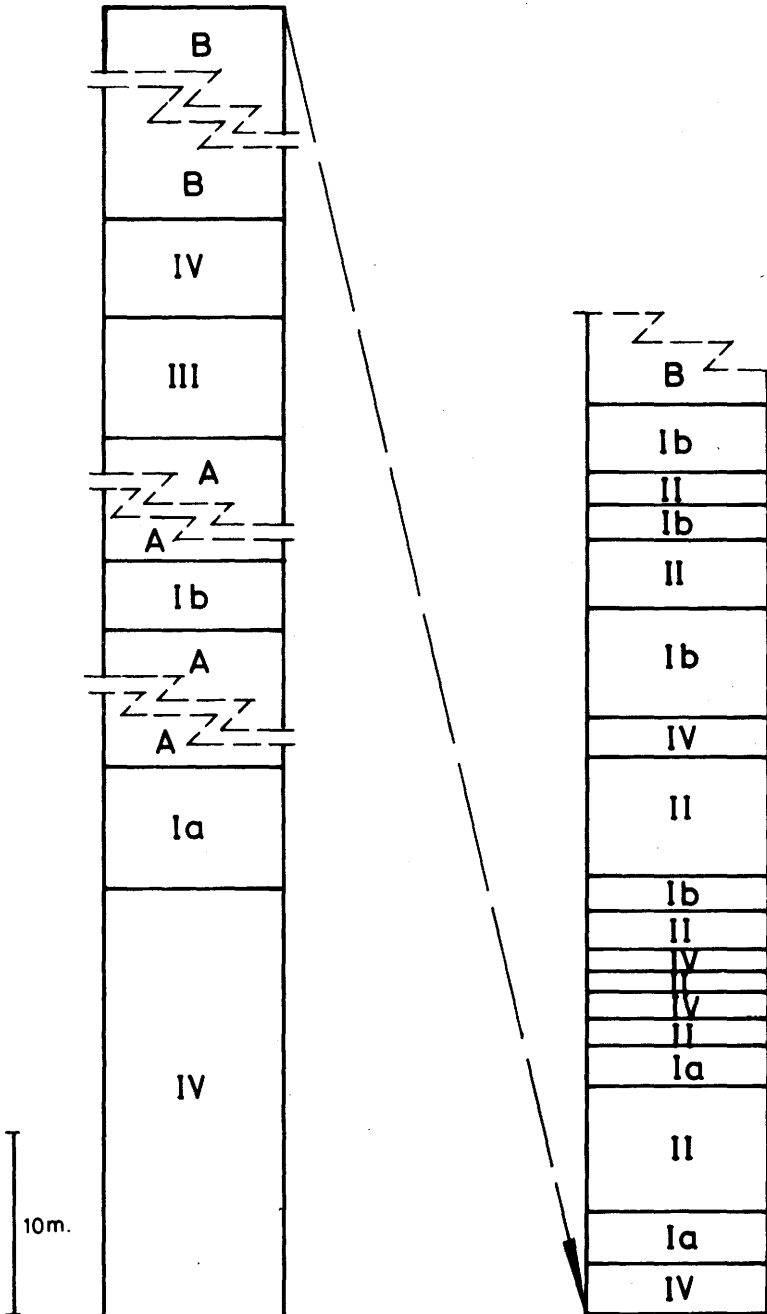
sis *cluster* para los grupos de muestras, se fijan los núcleos de agrupación en la proyección de las mismas en el sistema de ejes del análisis de correspondencias. Para este último, se ha dispuesto del programa CRSP, diseñado por Ibáñez (1971) y revisado por Fernández (1977) al que tiene acceso la Red de Usuarios del Ministerio de Educación y Ciencia.

## RESULTADOS

Como consecuencia del tratamiento de los datos, se han establecido cinco grupos (Figura 2), resultantes del análisis *cluster* (Ia, Ib, II, III y IV), que son asimilables a microfacies. El grupo Ia está formado por *grainstones* con bioclastos e intraclastos (*grapestone*), dominando entre los primeros Textuláridos-Lituólidos, fragmentos de Lamelibranquios y Miliólidos. El grupo Ib son *packestones* de intraclastos y bioclastos de Lamelibranquios, Textuláridos-Lituólidos y Equinodermos. El grupo II *packestones* peletolidales con bioclastos de Textuláridos-Lituólidos, Rudistas, otros Lamelibranquios y pequeñas Orbitolinas. El grupo III está formado por *packestones* de grandes Orbitolinas y el grupo IV abarca un conjunto de muestras de carbonatos *mud-supported* con Dasicladáceas y Miliólidos que en ocasiones pueden llegar a tener textura *packestone*. Las dolomías (grupo B) y arenas (grupo A) presentes en la secuencia, no han sido incluidas en el análisis de datos (Figura 3).

Del conjunto de características observadas se interpretan los grupos Ib, II y III como lagoonales subtidales, siendo II el más externo y el III ligado a canales con aportes samíticos. El grupo IV, también lagoonal sería de carácter interno a intertidal. El grupo Ia se interpreta como barra de plataforma. El grupo A son arenas fluvio-deltáicas y el grupo B corresponde a la dolomitización de paquetes recifales (calizas de Corales) y pararecifales (calizas de Rudistas).

Fig. 3.—Secuencia de grupos en la sección estudiada.





| Valores medios por tramo de algunos componentes de las microfacies |                 |          |            |                       |                     |                      |            |          |             |             |                     |                    |              |           |          |                  |              |         |          |              |         |         |
|--|-----------------|----------|------------|-----------------------|---------------------|----------------------|------------|----------|-------------|-------------|---------------------|--------------------|--------------|-----------|----------|------------------|--------------|---------|----------|--------------|---------|---------|
|  | FRACCION GRUESA | FRACCION | MILIOLITOS | TEXTULARIOS LITOLITOS | ORBITOLINAS GRANDES | ORBITOLINAS PEQUEÑAS | OSTRACODOS | CARACEAS | CIANOFICEAS | ALGAS ROJAS | ALGAS DASICLADACEAS | OTRAS ALGAS VERDES | EQUIMODERMOS | OSTREIDOS | RUDISTAS | OTROS LAMELIBRAN | GASTEROPODOS | OOLITOS | PELOIDES | INTRAELASTOS | MICRITA | CEMENTO |
| Ia   | 2.6             | 1.4      | 15.6       | 37.2                  | —                   | —                    | —          | —        | —           | 3.1         | 5.6                 | —                  | —            | —         | —        | 27.4             | 9.3          | —       | —        | 62.3         | 0.8     | 30.3    |
| Ib   | 3.5             | 2.5      | 9.9        | 21.3                  | —                   | 7.5                  | —          | —        | —           | 2.8         | 1.0                 | 2.4                | 14.1         | 6.2       | 10.6     | 27.3             | 1.3          | 0.7     | —        | 60.1         | 14.0    | —       |
| II   | 1.9             | 3.1      | 11.5       | 24.7                  | 5.0                 | 7.7                  | —          | —        | 5.5         | 0.3         | —                   | 2.1                | 4.6          | —         | 20.7     | 12.7             | 2.8          | —       | 12.3     | —            | 15.3    | 3.1     |
| III  | 2.2             | 6.0      | 7.0        | 4.3                   | 51.2                | —                    | —          | —        | —           | —           | 5.0                 | 2.7                | 1.1          | —         | —        | 26.2             | —            | —       | —        | 72.7         | 14.2    | —       |
| IV   | 0.1             | 3.1      | 13.9       | 19.7                  | 2.1                 | 1.0                  | 1.1        | 1.2      | 0.1         | 5.0         | 14.3                | —                  | 1.4          | 2.0       | 6.2      | 23.4             | 5.5          | —       | 5.7      | —            | 59.7    | —       |

TABLA I

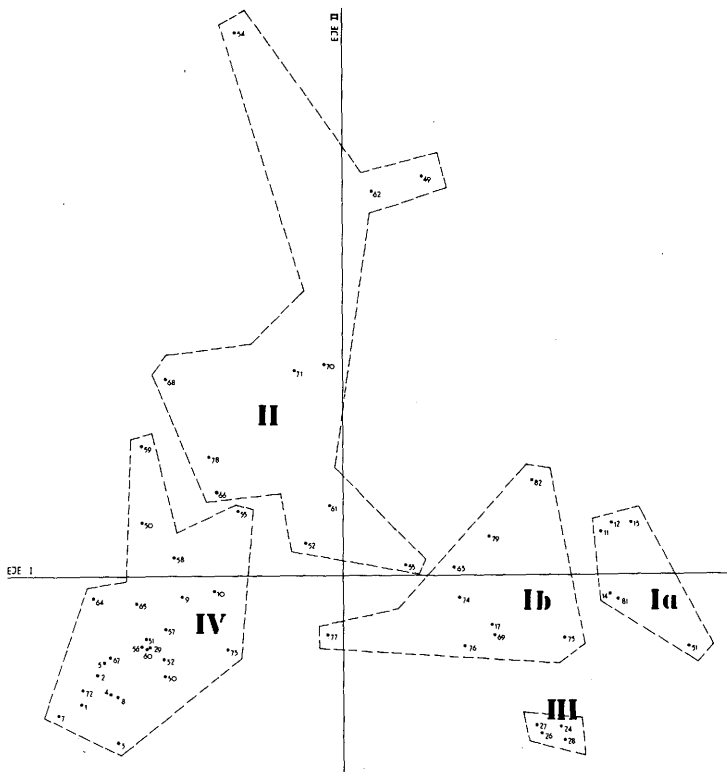
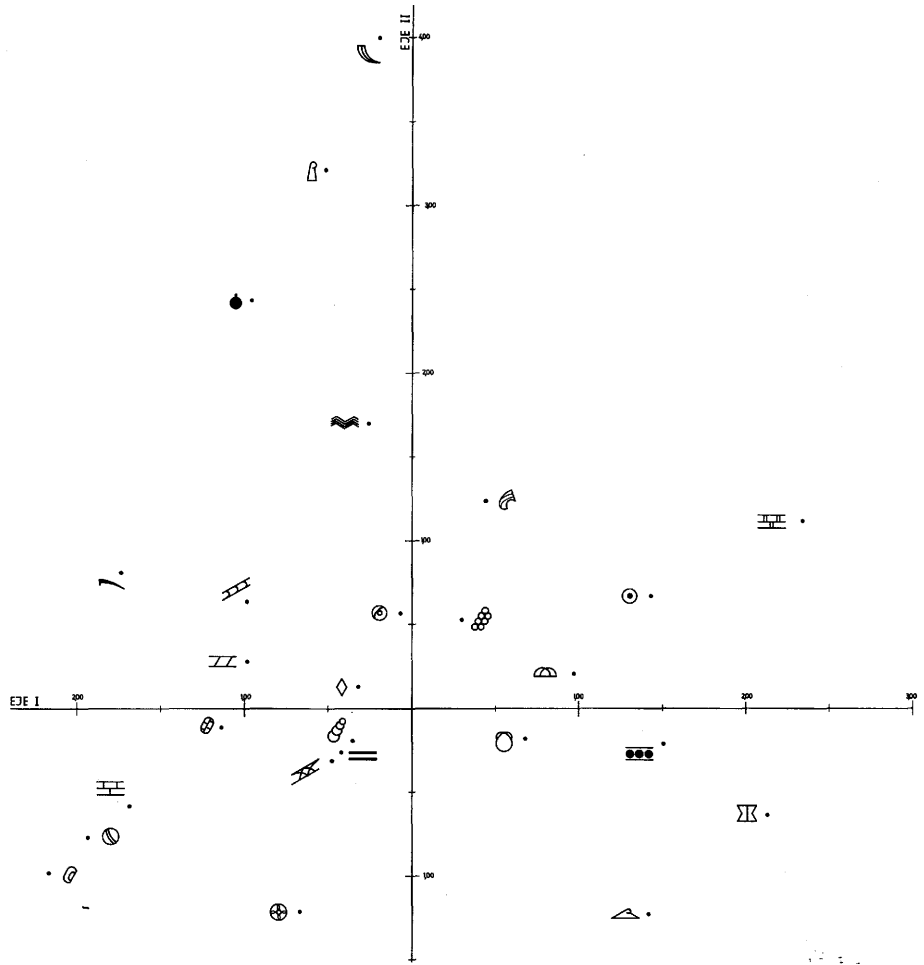


Fig. 4.—Puntos-observaciones. Análisis de correspondencias. Ejes I-II.



- |  |                                  |  |                           |  |                            |
|--|----------------------------------|--|---------------------------|--|----------------------------|
|  | FRACCION GRUESA INSOLUBLE        |  | RUDISTAS                  |  | PEQUEÑAS ORBITOLINAS       |
|  | FRACCION FINA INSOLUBLE          |  | LAMELIBRANQUIOS INDIF.    |  | OSTRACODOS                 |
|  | MICRITA                          |  | GASTEROPODOS              |  | EQUINODERMOS               |
|  | ESPARITA CEMENTO                 |  | AMMONITES                 |  | FORAMINIFEROS PLANCTONICOS |
|  | ESPARITA SECUNDARIA              |  | ALGAS DASICLADACEAS       |  | CALCIOESFERAS              |
|  | DOLOMITA                         |  | OTRAS ALGAS VERDES        |  | ESPICULAS DE ESPONJAS      |
|  | PELOIDES                         |  | ALGAS ROJAS               |  | BRIOZOOS                   |
|  | INTRACLASTOS                     |  | TEXTULARIDOS Y LITUOLIDOS |  | BRAQUIPODOS                |
|  | OOLITOS                          |  | MILIOLIDOS                |  | SERPULIDOS                 |
|  | FORAMINIFEROS CALIZOS BENTONICOS |  | GRANDES ORBITOLINAS       |  |                            |

Fig. 5.—Puntos-variables. Análisis de correspondencias. Ejes I-II.

El análisis de correspondencias efectuado presenta como valores propios:  $L_1 = 0'5286$ ,  $L_2 = 0'2856$  y  $L_3 = 0'2320$ ; siendo los porcentajes de inercia: 22'91; 12'38 y 10'05 respectivamente. De la representación de los puntos variables se induce un sentido físico para el Eje I que representaría la energía del medio, indicando agitación hacia valores positivos y falta de agitación hacia valores negativos del eje. Así, un extremo vendría marcado por esparita, fracción gruesa, oolitos, intraclastos y grandes Orbitolinas, y el otro por micrita-Caráceas-Ostréidos

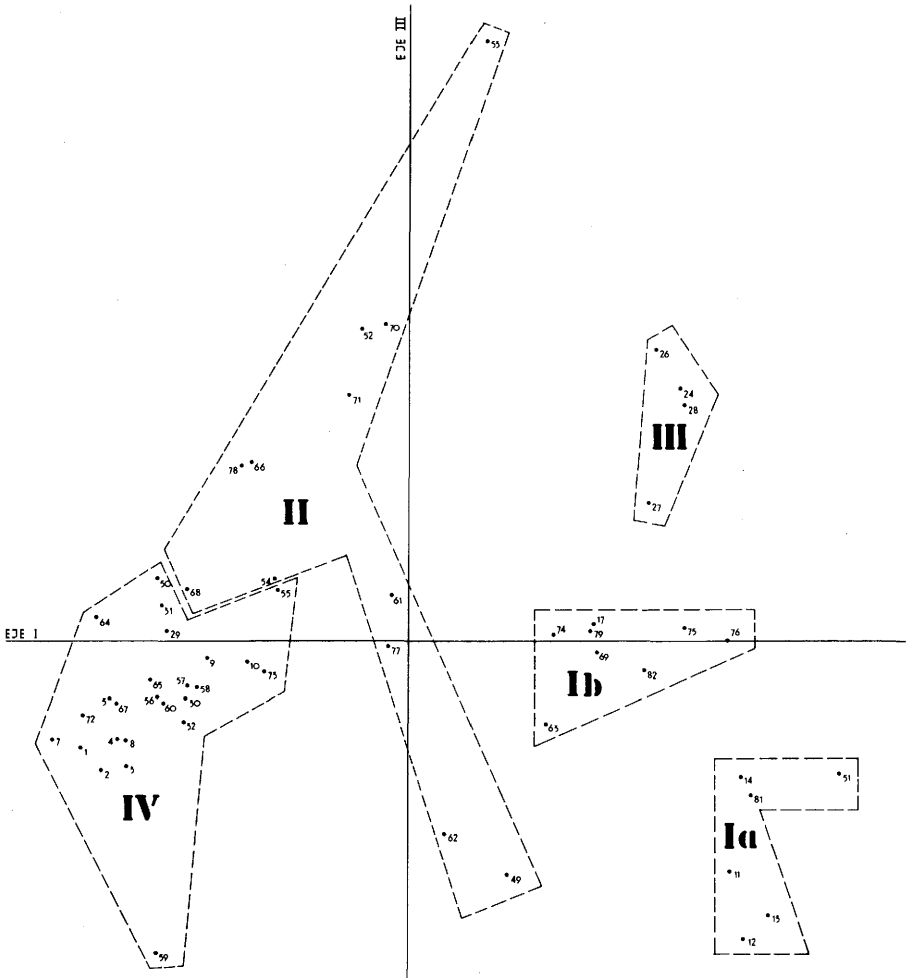
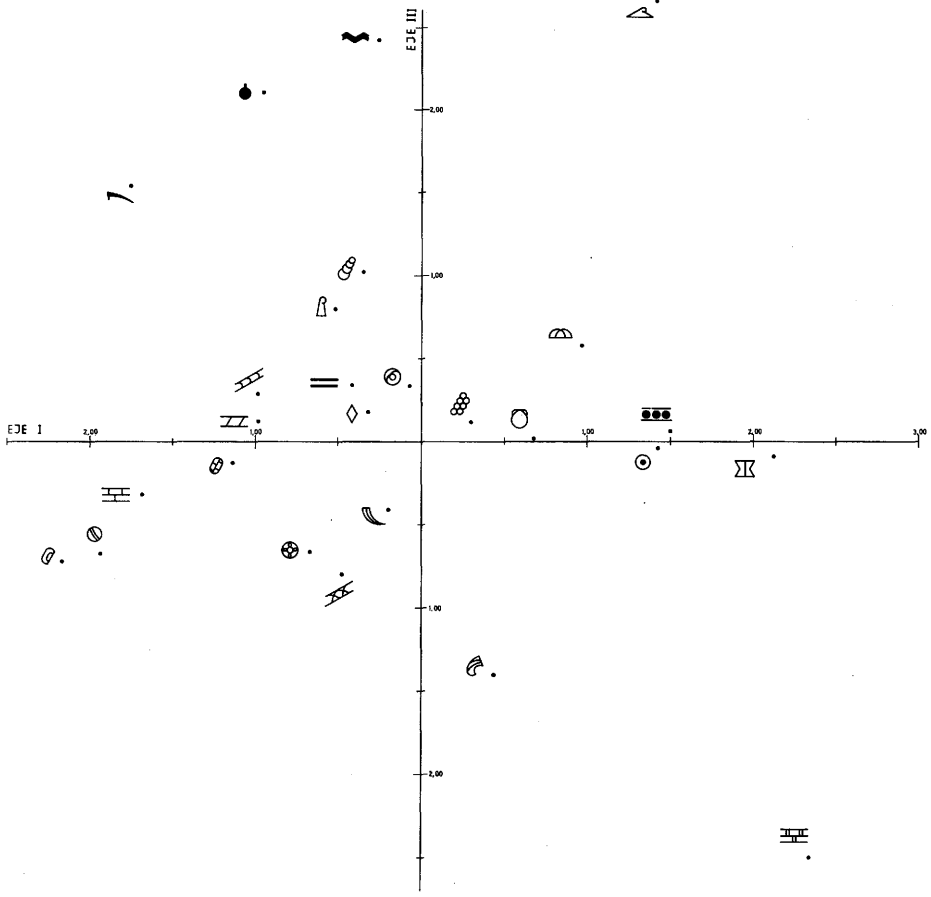


Fig. 6.—Puntos-observaciones. Análisis de correspondencias. Ejes I-III.



- |  |                                  |  |                           |  |                            |
|--|----------------------------------|--|---------------------------|--|----------------------------|
|  | FRACCION GRUESA INSOLUBLE        |  | RUDISTAS                  |  | PEQUEÑAS ORBITOLINAS       |
|  | FRACCION FINA INSOLUBLE          |  | LAMELIBRANQUIOS INDIF.    |  | OSTRACODOS                 |
|  | MICRITA                          |  | GASTEROPODOS              |  | EQUINODERMOS               |
|  | ESPARITA CEMENTO                 |  | AMMONITES                 |  | FORAMINIFEROS PLANCTONICOS |
|  | ESPARITA SECUNDARIA              |  | ALGAS DASICLADACEAS       |  | CALCIOESFERAS              |
|  | DOLOMITA                         |  | OTRAS ALGAS VERDES        |  | ESPICULAS DE ESPONJAS      |
|  | PELOIDES                         |  | ALGAS ROJAS               |  | BRIOZOOS                   |
|  | INTRACLASTOS                     |  | TEXTULARIDOS Y LITUOLIDOS |  | BRAQUIOPODOS               |
|  | OOLITOS                          |  | MILIOLIDOS                |  | SERPULIDOS                 |
|  | FORAMINIFEROS CALIZOS BENTONICOS |  | GRANDES ORBITOLINAS       |  |                            |

Fig. 7.—Puntos-variables. Análisis de correspondencias. Ejes I-III.

y en su caso Miliólidos y fracción fina. El eje II podría ser interpretado como indicativo de la restrictividad del medio, si bien con ciertas reservas. (Figura 4-7).

La utilización del análisis de datos bajo dos técnicas diferentes: análisis *cluster* y análisis de correspondencias, para valores de presencia-ausencia y datos numéricos respectivamente, ha puesto de manifiesto la complementariedad de ambos métodos en el estudio de microfacies. El difícil problema en ocasiones, de trazar límites a los grupos en la representación para dos ejes, se ve ayudado por la separación previa efectuada mediante el análisis *cluster*.

## BIBLIOGRAFIA

- AZEMA, J. (1972).—Nouvelles données sur le Crétacé prébétique entre Cieza et Salinas (Provinces d'Alicante et de Murcie, Espagne). *Bull. Soc. Géol. France*, (7), XIV, p. 110-120.
- BEHRENS, E. W. (1965).—Environment reconstruction for a part of the Glen Rose limestone, central Texas. *Sedimentology*. vol. 4, p. 65-111.
- BENZECRI, J.P. (1970).—*L'analyse des données*. Ronéo. I.S.U.P. 1, 18.
- BENZECRI, J.P. (1973).—*L'analyse des données. II. L'analyse des correspondances*. Dunod. París.
- BONHAM-CARTER, G.F. (1965).—A numerical method of classification using quantitative and semiquantitative data, as applied to the facies analysis of limestones. *Canadian Petroleum Geol. Bull.* vol. 13, p. 482-502.
- BONHAM-CARTER, G.F. (1967).—An example of the analysis of semi-quantitative petrographic data: *Proc. VIIth. World Petroleum Congr.* vol. 2, p. 567-583.
- CUGNY, P. (1975).—Utilisation des méthodes quantitatives en paléoécologie. Application à l'étude des microfacies du Barrémien terminal et du Bédoulien d'Estramadura (Portugal). *These Doct. Spec.*, Univ. Toulouse.
- DAVID, M.; DAGBERT, M. y BEAUCHEMIN, Y. (1977).—Statistical Analysis in Geology: Correspondance Analysis Method. *Quarterly Colorado School of Mines*. vol. 72, n. 1, 60 p.
- DUNHAM, R.J. (1962).—Classification of carbonate rocks according to depositional texture: In Ham, W.E. (ed.), *Classification of carbonate rocks*. Am. Assoc. Petroleum Geologists. Memoir 1, p. 108-121.
- EKDALE, A.A.; EKDALE, S.F. y WILSON, J.L. (1976).—Numerical analysis of carbonate microfacies in the Cupido Limestone (Neocomian Aptian). Coahuila, México. *Jour. Sed. Petr.* vol. 46, n. 2, p. 362-368.
- FERNANDEZ, R. (1977).—*Introducción al análisis multivariante*. Departamento de Ecología. Univ. Sevilla.
- GARCIA HERNANDEZ, M.; LOPEZ GARRIDO, A.C. y VERA, J.A. (1982). El Cretácico de la zona Prebética, In: *El Cretácico de España*. Univ. Complutense, Madrid, p. 526-569.
- IBÁÑEZ, F. (1971).—Effet des transformations des données dans l'analyse factorielle en écologie planctonique. *Cah. Océanogr.*, XXIII, 23 (6), p. 545-561.
- JEREZ, L. (1981).—*Estudio geológico, geotectónico y tectosedimentario de la zona Prebética en relación con las demás cordilleras Béticas e Ibérica*. I.G.M.E. Madrid.
- LANCE, G.N. y WILLIAMS, W.T. (1966,a). Computer programs for hierarchical polythetic classification («similarity analyses»). *Computer Journal*. vol. 9, p. 60.
- LANCE, G.N. y WILLIAMS, W.T. (1966,b).—A generalized sorting strategy for computed clasifications. *Nature.*, vol. 212, p. 218.

- PEYBERNES, B.; CONRAD, M.A. y CUGNY, P. (1979).—Contribution à l'étude biostratigraphique, micropaléontologique et paléocéologique des calcaires urgoniens du Barrémo-Bédoulien bulgare (Prébalkan et Plate-forme Moésienne). *Revue de Micropaléontologie*, vol. 21, n. 4, p. 181-199.
- PURDY, E.G. (1963).—Calcium carbonate facies of the Great Bahama Banks. I. Petrography and reaction groups. *Jour. Geology.*, vol. 71, p. 334-355.
- RODRIGUEZ ESTRELLA, T.; GRANADOS Y GRANADOS, L.F.; SAAVEDRA GARCIA, J.L. y GONZALEZ ASENSIO, A. (1980).—Estudio geológico en el sector de Carche-Salinas. Zona Prebética (provincias de Alicante y Murcia). *Boletín Geológico y Minero.*, t. XCI-IV, p. 525-548.
- SNEATH, P.H.A. y SOKAL, R.R. (1973).—*Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification*. W.H. Freeman and Comp. San Francisco.
- VEEVERS, J.J. (1968).—Identification of reef facies by computer classification. *J. Geol. Soc. Australia.*, vol. 15, p. 209-215.

