

LA SEDIMENTACION FLUVIAL RECIENTE AL SUR DEL COMPLEJO ALPUJARRIDE. II. APLICACION DEL ANALISIS NUMERICO EN LA GENESIS Y CLASIFICACION DE LOS DEPOSITOS DETRITICOS

Luis ALCALA DEL OLMO BOBADILLA. Instituto de Edafología y Biología Vegetal. C.S.I.C. 28006 MADRID.

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el estudio de la génesis y clasificación de los depósitos detríticos de origen fluvial reciente, localizados en la cuenca del río Guadalfeo, en la vertiente meridional del macizo de Sierra Nevada, conocida con el nombre de Alpujarras.

La totalidad de los depósitos investigados se ha dividido en dos conjuntos diferenciados en cuanto a su localización geográfica, abarcando el primero de ellos los situados entre la cabecera de la cuenca y la confluencia del río Chico con el Guadalfeo, en el que podemos considerar la formación de los depósitos como el resultado de una modalidad de transporte en masa y acumulación forzada por disminución de la velocidad del agente de transporte, pudiendo observarse en ciertas zonas la presencia de materiales procedentes de arrastres de ladera. El material arenoso presenta igualmente muy escasa evolución y transporte incompleto con una tendencia netamente parabólica en sus curvas acumuladas.

El segundo conjunto diferenciado, que se localiza a continuación del precedente y hasta la desembocadura del Guadalfeo en Salobreña, está constituido por unos depósitos en los que se deduce una mayor uniformidad en la intensidad del medio de transporte, fundamentalmente de tipo torrencial con acusadas modificaciones estacionales, dando lugar a una modalidad de transporte por arrastre sobre el fondo.

Los procesos de acumulación del material arenoso predominantes son los de tipo semiforzado o incluso libres por exceso de carga con una tendencia hiperbólica incipiente.

La aplicación de los métodos del análisis numérico es especialmente útil para deducir las relaciones que existen entre los distintos depósitos, permitiéndonos establecer una clasificación más racional de los mismos. La utilización del índice de la Distancia Euclidiana nos pone de manifiesto que la totalidad de los depósitos se agrupa en dos conjuntos con características granulométricas, litológicas y mineralógicas esencialmente diferentes, debidas tanto a la localización del depósito en el conjunto de la cuenca como a la litología del área madre, siendo las características del material más grueso el que fundamentalmente explica las diferencias entre los distintos depósitos.

Palabras clave: Valle del río Guadalfeo, génesis, clasificación, análisis numérico, materiales detríticos.

### ABSTRACT

The aim of the present work is to carry out the study of the origin and classification of detritic deposits of recent fluvial origin, to be found in the valley of the Guadalfeo river, on the southern watershed of the Sierra Nevada mountains, known under the name of Alpujarras.

All the deposits of the study have been divided in two different groups, as to their geographical site; the first of them is located between the upper part of the valley and the confluence of the rivers Chico and Guadalfeo, in which we can consider the creation of the deposits as the result of a mass transportation mode and forced accumulation due to a reduced speed of the transport agent and we can appreciate, in some areas, the presence of materials dragged from the declivity. The sandy material also presents very little evolution and an incomplete transport with a clear parabolic tendency in its accumulated curves.

The second differentiated group, situated after the other one and till the mouth of the Guadalfeo river, in Salobreña, is made up of deposits where we can deduce that the strength of the transport means is more uniform, over all of a torrential type with strong seasonal alterations, producing a transport mode through dragging over the bottom.

Accumulation processes of sandy material are mainly of half forced type or even free due to excess of charge with a beginning hyperbolic tendency.

The application of the methods of numerical analysis is specially useful to deduce relations existing between the different deposits and enables us the establishment of a more rational classification for them. The use of Euclidian Distance index allows us to see that the total of deposits is made of two groups with granulometric, lithologic and mineralogical characteristics which are essentially different; this is due to the place of the deposit in the whole valley as well as the lithology of the mother area, but the characteristics of the bigger material are those which basically explain the differences between the various deposits.

**Key words:** Guadalfeo river valley, genesis, classification, numerical analysis, detritical material.

En la vertiente meridional de la zona montañosa conocida con el nombre de Alpujarras se localiza la cuenca fluvial del río Guadalfeo, cuenca a la que van a parar todos los aportes de material procedentes tanto de la zona de Sierra Nevada, por su margen derecha, como los de las Sierras de Lújar y Contraviesa por la izquierda.

Dado el marco geográfico en el que se localiza esta cuenca, bordeada por unas zonas montañosas que se encuentran entre las más elevadas de la península y con un corto recorrido pero de desnivel muy acusado, los depósitos de material detrítico originados por la acción fluvial presentan una característica sumamente peculiar y de una acusada diversificación, ya que se pueden encontrar desde depósitos de materiales originados por una modalidad de transporte en masa y acumulación forzada hasta otros, ya próximos a su desembocadura en Salobreña, en los que encontramos una acumulación de materiales de tipo netamente libre originados por exceso de carga.

Como ya indicábamos en el trabajo precedente, en el que se abordaba el estudio de los depósitos fluviales localizados en la cuenca del río Guadalfeo en cuanto se refiere a sus aspectos granulométrico, litológico y mineralógico

menos destacadas debidas tanto a los continuos aportes de material de diferentes dimensiones como a los efectos de rotura del material preexistente, como ocurre a la altura de 0.5 y 0.2 mm. respectivamente (Fig. 1).

A partir de las curvas acumuladas se han calculado una serie de parámetros e índices granulométricos que contribuyen a aclarar las diferencias que existen entre los distintos depósitos. Tal es el caso de la mediana cuyos valores se encuentran incluidos, casi en su totalidad, en el dominio de la fase arenosa media con débil dispersión. Por otro lado, la clasificación de este conjunto de depósitos puede considerarse como intermedia mientras que en base a los datos proporcionados por el índice de asimetría se puede confirmar una génesis similar para todos los depósitos y un origen común de materiales (Tabla I).

TABLA I

## Parámetros e índices granulométricos

Muestra n°	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_{10}$	$Q_{90}$	$So$	$Sc$	$D$	$SK$
M - 1	1.37	0.80	0.34	1.50	0.14	1.98	1.02	1.36	0.06
M - 2	1.42	0.98	0.44	1.53	0.06	1.79	0.98	1.47	-0.05
M - 3	1.49	1.15	0.49	1.57	0.26	1.74	0.99	1.31	-0.16
M - 4	1.31	0.63	0.06	1.46	--	4.67	1.25	--	0.05
M - 5	1.29	0.75	0.35	1.45	0.07	1.90	0.93	1.37	0.07
M - 6	1.31	0.68	0.32	1.46	0.10	2.01	0.99	1.36	0.13
M - 7	1.48	1.13	0.50	1.57	0.24	1.71	0.98	1.32	-0.13
M - 8	1.18	0.54	0.29	1.41	0.06	2.01	0.89	1.34	0.18
M - 9	1.35	0.88	0.48	1.49	0.30	1.66	0.86	1.19	0.03
M - 10	1.01	0.64	0.41	1.34	0.28	1.56	0.60	1.05	0.07

El segundo de los conjuntos diferenciados en la cuenca del río Guadalfeo presenta unas características más suavizadas en cuanto se refiere a la génesis de los distintos depósitos que lo constituyen ya que, especialmente a partir del núcleo urbano de Orjiva, se aprecia una tendencia hacia una cierta regularización en la intensidad del medio hidrodinámico, existiendo marcadas analogías tanto en las condiciones de transporte como en la génesis de los depósitos, pudiendo corresponderse con un transporte de tipo torrencial con acusadas modificaciones estacionales en el régimen de la corriente lo que condiciona en gran medida una modalidad de transporte de arrastre sobre el fondo con saltación, dando origen a una rápida fragmentación del material. Por otro lado, se evidencia una sustitución de la carga aluvial y disminución de la actividad del medio llegando a hacerse prácticamente nulos los aportes de ladera.

Contrariamente a lo expuesto, los depósitos investigados en los ríos Suñio, Lanjarón y Dúrcal, localizados en la vertiente S. y SW. de Sierra Nevada, presentan unas características idénticas a las ya observadas en el conjunto precedente al tratarse de depósitos originados por un transporte masivo de materiales y acumulación forzada del mismo al disminuir de forma brusca la velocidad del agente de transporte.

Las curvas acumuladas del material arenoso correspondientes a los depósitos de este segundo conjunto diferenciado reflejan claramente las características expuestas ya que junto a curvas con neta tendencia parabólica se aprecian otras incluidas en una facies hiperbólica o con aspectos intermedios bien definidos entre ambas. Por tanto, los procesos de acumulación de materiales oscilan desde los de tipo forzado a los semiforzados o incluso libres por exceso de carga, variando consiguientemente los grados de evolución y transporte de unos depósitos a otros (Fig. 2).

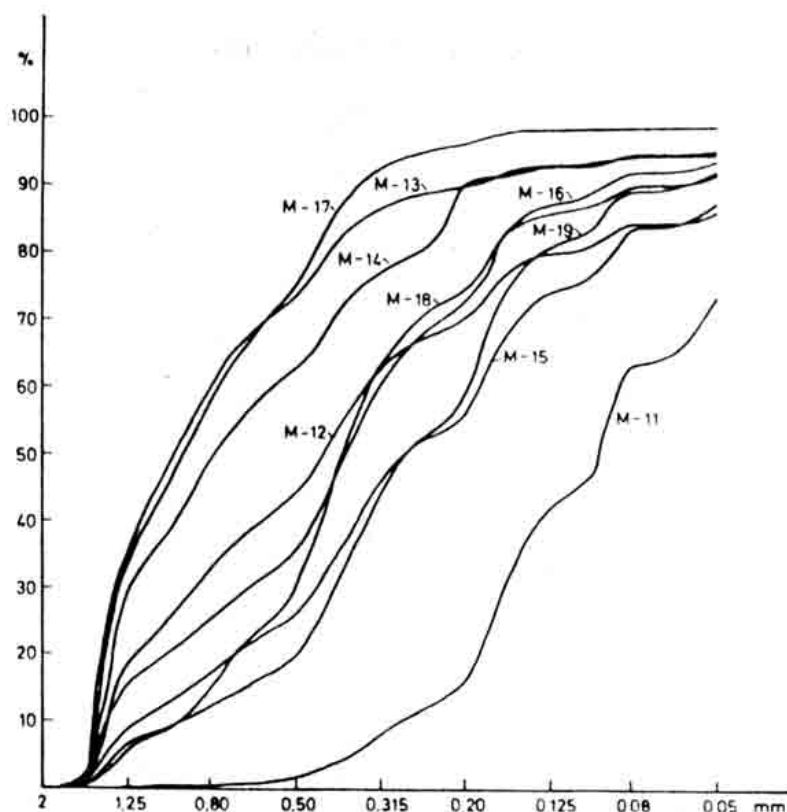


Fig. 2

Al llegar al tramo final de la cuenca, el material que ya ha sufrido un fuerte accionamiento mecánico viendo reducidas progresivamente sus dimensiones, se fragmenta aún más dando origen a una acusada meseta en las curvas acumuladas correspondientes y a la consiguiente acumulación posterior en un tamaño próximo a los 0.2 mm., debiendo por tanto su origen a la rotura de los granos de micasquisto y a la correspondiente individualización de sus componentes mineralógicos, en forma similar a como ocurría en el conjunto precedente aunque en mayores proporciones.

Los valores de la mediana presentan cifras bastante dispares debido a las distintas características de los depósitos, incluyéndose sus valores tanto en los dominios de la fase arenosa media como en los de la fina o muy fina. La clasificación, en parte similar a la del conjunto precedente, se puede considerar como intermedia a la vez que los datos proporcionados por la asimetría confirman una génesis similar para todos los depósitos (Tabla II).

La aplicación de los métodos del análisis numérico al estudio de los diferentes depósitos investigados se ha mostrado como especialmente útil para la deducción de las relaciones que existen entre ellos a la vez que permiten profundizar en aspectos tales como la génesis, pudiendo llegar a establecerse una clasificación más racional de los depósitos al estudiar las agrupaciones naturales que se forman entre ellos y el porqué de las mismas al considerarlos desde distintos puntos de vista.

Para la realización del análisis se han considerado un total de 60 características por muestra investigada, en las que se incluyen tanto datos de carácter litológico como granulométrico y mineralógico, fácilmente cuantificables, de acuerdo a las particularidades del tipo de análisis empleado.

TABLA II

Parámetros e índices granulométricos

Muestra n°	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>90</sub>	So	Sc	D	SK
M - 11	0.17	0.09	0.05	0.31	--	1.85	0.12	--	0.01
M - 12	1.01	0.43	0.17	1.40	--	2.41	0.84	--	0.16
M - 13	1.39	0.96	0.47	1.51	0.19	1.71	0.92	1.32	-0.02
M - 14	1.31	0.78	0.35	1.45	0.20	1.93	0.96	1.24	0.05
M - 15	0.52	0.27	0.11	1.16	--	2.15	0.41	--	0,04
M - 16	0.81	0.38	0.18	1.40	0.09	2.09	0.62	1.30	0.11
M - 17	1.37	0.92	0.49	1.48	0.35	1.65	0.87	1.13	0.01
M - 18	0.58	0.39	0.19	0.94	0.08	1.72	0.38	0.85	-0.01
M - 19	0.44	0.27	0.15	0.92	0.06	1.68	0.28	0.85	0.02

Entre los distintos índices de similaridad más corrientemente empleados, el denominado como de la Distancia Euclidiana, que viene expresado mediante la fórmula:

$$d^2_{jk} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_{ij} - x_{ik})^2$$

que representa la distancia entre los distintos depósitos considerados en un espacio tridimensional, nos ha parecido el más adecuado para representar las diferencias que se observan entre las acumulaciones de material investigadas.

Realizado el análisis con la totalidad de los datos considerados y efectuado el consiguiente dendrograma, forma de representación gráfica que pone claramente de manifiesto los resultados obtenidos, se aprecia que la totalidad

### DENDROGRAMA CON LAS 60 CARACTERISTICAS TOTALES

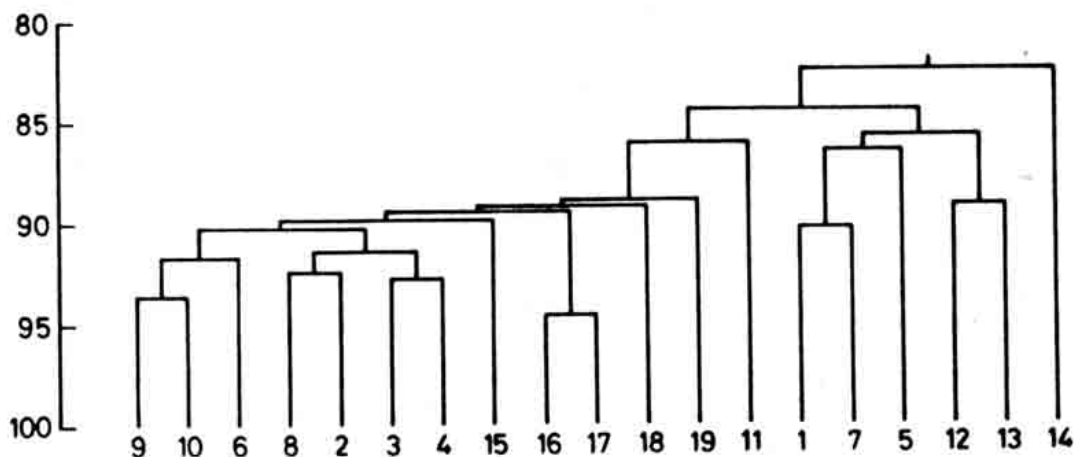


Fig. 3

de las muestras se agrupan en dos conjuntos fundamentales. El primero de ellos formado a su vez por varios conjuntos menores, agrupa a los depósitos de la zona oriental de la cuenca, conjunto al que se van agregando paulatinamente los de la zona occidental. A este conjunto se añaden posteriormente los localizados en el tramo final de la cuenca. Por consiguiente, agrupa a muestras de tamaño de grano medio y grueso para terminar con los finos de la zona de la desembocadura, con una litología en la que se incluyen micasquistos, cuarcitas y calizas fundamentalmente y con una mineralogía en la que destaca la asociación granate-epidota-clorita (Fig. 3).

El segundo de los conjuntos diferenciados en el dendrograma agrupa a los depósitos de la zona nororiental de la cuenca y a los de la zona de separación entre ambos grupos, localizada en las proximidades del río Lanjarón. Estos depósitos se caracterizan por su granulometría de tamaño muy grueso, presencia de micacitas en su espectro litológico y una asociación mineralógica constituida por cloritoide-granate.

La constitución de estos dos conjuntos claramente diferenciados aporta valiosas conclusiones a la hora de establecer las relaciones entre los distintos depósitos, pudiéndose observar que más que una neta diferenciación entre ellos a causa de sus características sedimentológicas esta viene definida por su localización en el conjunto de la cuenca y más exactamente por la litología del área madre.

Como comprobación de las conclusiones obtenidas a partir del análisis numérico global, se repitió este teniendo en cuenta los diferentes tipos de características de forma independiente, confirmándonos los resultados obtenidos que el análisis efectuado a partir de los datos litológicos y granulométricos de cantos y bloques es el que fundamentalmente explica las diferencias entre los distintos depósitos al obtenerse una configuración del dendrograma muy similar a la obtenida con la totalidad de los datos, mientras que con los restantes tipos de características la dispersión de los depósitos es bastante acusada, mezclándose los localizados en distintas zonas.

En el caso del análisis realizado a partir de las características litológicas del material, se observa netamente la formación de un grupo fundamental constituido por las muestras correspondientes a los depósitos de las cabeceras de los ríos de la zona septentrional y occidental de la cuenca, con escasa distancia entre ellas y una constitución litológica a base de micasquistos, cuarzos y micacitas.

Independientemente se agrupan entre sí las correspondientes al cauce medio y bajo del Guadalfeo, depósitos originados por la acumulación de materiales de distinta procedencia que terminan agrupándose con las anteriores pero a una considerable distancia.

Los depósitos correspondientes al río Dúrcal, muy similares entre sí, forman una agrupación aislada e independiente con características litológicas propias, formada a base de micasquistos y cuarcitas exclusivamente, completándose el conjunto con algunos depósitos aislados que no llegan a formar agrupación independiente (Fig. 4).

El dendrograma realizado exclusivamente con las características granulométricas muestra la formación de un gran grupo constituido por aquellos depósitos en los que predomina netamente una fuerte acumulación de material en la secuencia 40-80 mm., diferenciándose los correspondientes a las zonas medias y bajas de los valles de los depósitos muestreados en las cabeceras, así como los de la zona occidental de los de la oriental.

Un pequeño grupo, a bastante distancia del precedente, reúne a una serie de depósitos, todos ellos pertenecientes a la zona central, en los que la mayor acumulación de material ocurre lejos de la secuencia 40-80 mm. y con una

### DENDROGRAMA CON LAS CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS

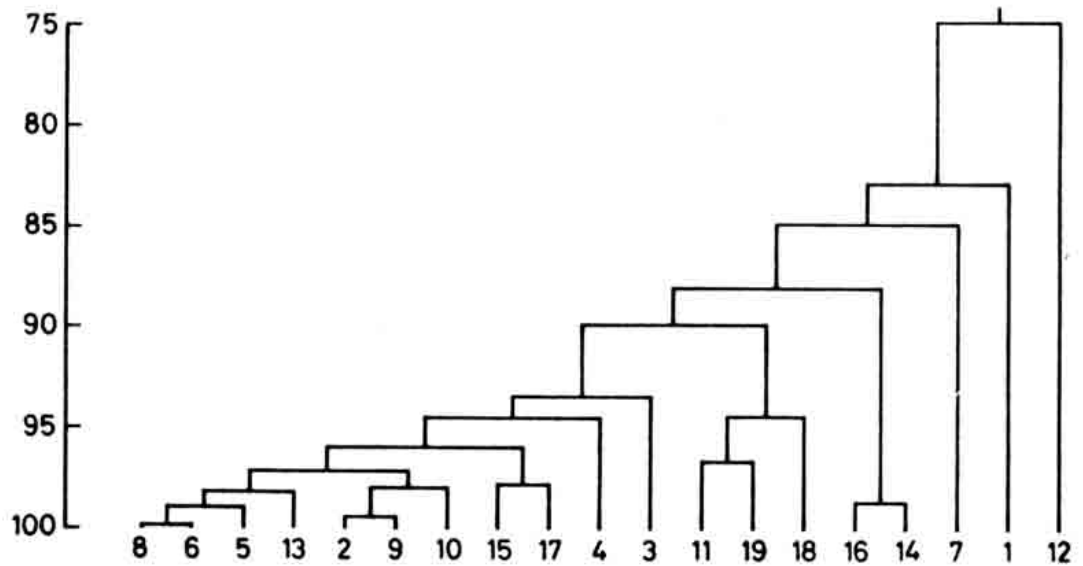


Fig. 4

### DENDROGRAMA CON LAS CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS

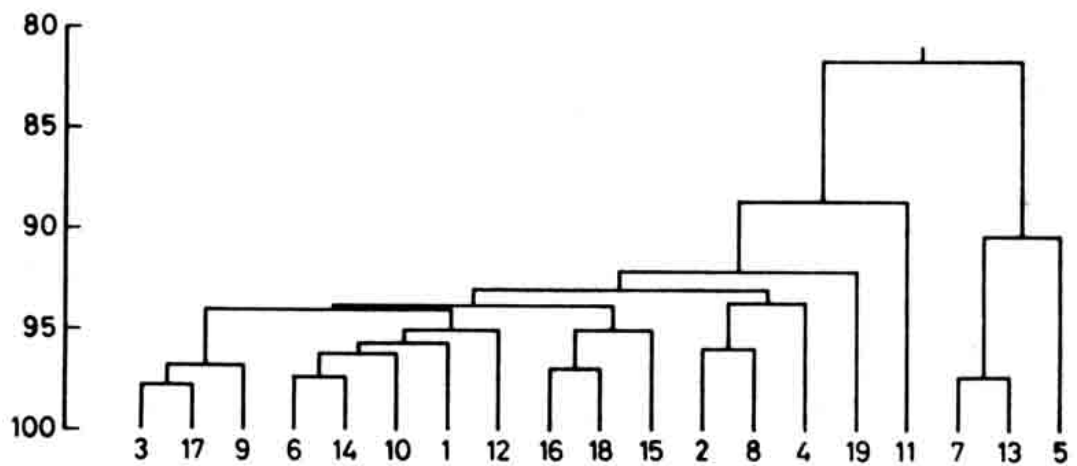


Fig. 5

distribución similar en todos los tamaños del espectro (Fig. 5).

Con respecto a la mineralogía de la fracción densa, el dendrograma realizado nos muestra la formación de un primer grupo constituido por los depósitos más orientales de la zona estudiada, al que posteriormente se unen los correspondientes a los ríos Poqueira, Bermejo y Trevélez, definiéndonos una zona mineralógica neta. Otra zona claramente constituida la constituye la parte occidental de la región, definida por los aportes de los ríos Isbor, Dúrcal y Lánjarón mientras que el resto del dendrograma lo constituyen los depósitos de carácter intermedio o con una composición mineralógica anómala, como ocurre en el caso de la muestra 15 en la que se aprecia un elevadísimo porcentaje de cloritas (Fig. 6).

Las características de estos depósitos detríticos examinadas de forma independiente nos han mostrado que, aunque forman agrupaciones de gran interés que contribuyen en gran medida a explicar la génesis de estos depósitos, no permiten formarse una idea exacta acerca de las relaciones que se observan entre la totalidad de los depósitos investigados en la cuenca, tal y como se apreciaban en el análisis efectuado con la totalidad de las 60 características consideradas.

La realización del análisis numérico con los datos litológicos y granulométricos de la fracción gruesa, constituida por cantos y bloques, conjuntamente, proporciona un resultado muy similar al obtenido con la totalidad de los datos, siendo estos por consiguiente los fundamentales a la hora de explicar las características generales y las diferencias que se observan entre los diferentes depósitos detríticos que se localizan en la cuenca del río Guadalfeo (Granada), como puede apreciarse fácilmente en la Fig. 7.

## DENDROGRAMA CON LAS CARACTERISTICAS MINERALOGICAS

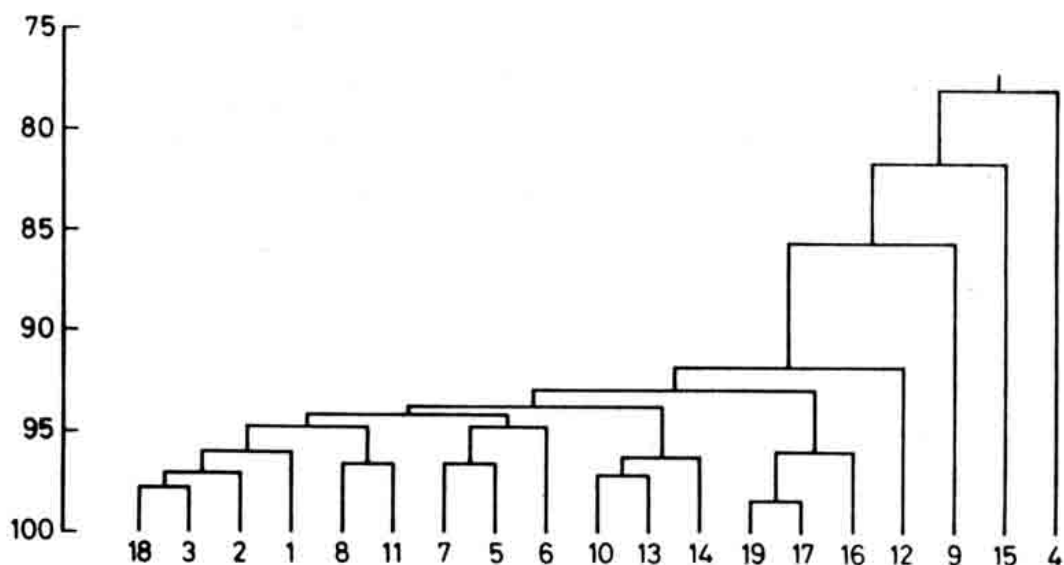


Fig. 6



DENDROGRAMA CON LAS CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS  
Y LITOLOGICAS DEL MATERIAL GRUESO

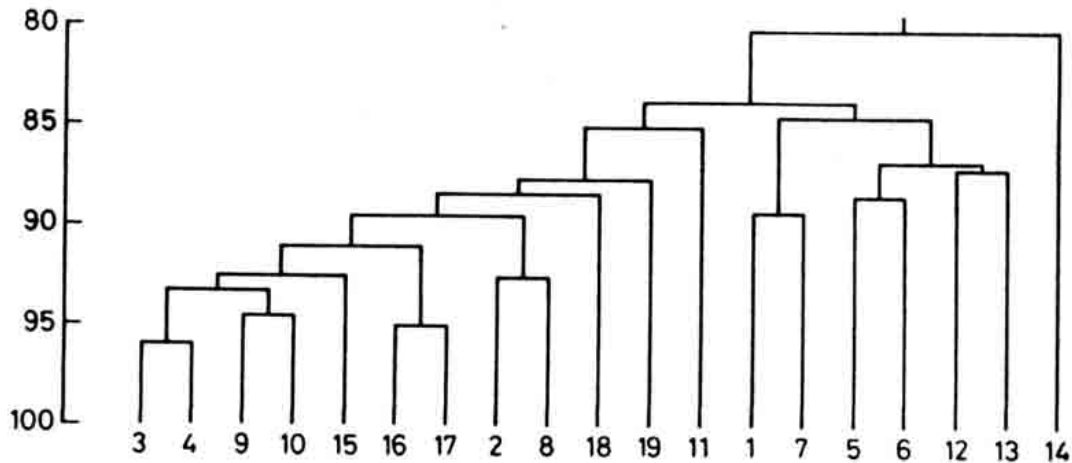


Fig. 7

REFERENCIAS

- ALCALA DEL OLMO B., L. y MONTURIOL RODRIGUEZ, F. (1982): Taxonomía numérica. Su aplicación a la clasificación de los suelos rojos españoles. An. Edaf. Agrobiol., XLI, 1-2, 183-196
- ALCALA DEL OLMO B., L. y MONTURIOL RODRIGUEZ, F. (1984): El análisis numérico en la clasificación de los suelos de Canarias. Congr. Inter. Suelos Volcánicos. Comunic. Serie Informes, 13, 294-309
- ALCALA DEL OLMO B., L. y MONTURIOL RODRIGUEZ, F. (1985): Los índices de similitud y su relación con diferentes tipos de características en el análisis numérico de suelos. An. Edaf. Agrobiol., XLIV, 9-10, 1401-1419
- ALIAS PEREZ, J. (1962): Asociaciones mineralógicas de las arenas finas de los ríos que bañan la Vega de Granada. Est. Geol., XVIII, 1-2, 97-103

**HUELLAS DEL GLACIARISMO CUATERNARIO EN LAS CABECERAS DEL RIO  
ESLA, VERTIENTE SUR DE LA CORDILLERA CANTABRICA. (LEON).**

Eduardo ALONSO HERRERO. Dpto. de Ecología. Facultad de  
Biología. Universidad de León. Campus de Vegazana 24071  
LEON

RESUMEN

Se ha realizado la cartografía de los aspectos geomorfológicos de tipo glaciar presentes en las cabeceras del río Esla (Comarca de Riaño). En ésta, se han observado nuevos vestigios de este glaciario en la Sierra de Hormas, Pico Coriscao, Peña Panda, Pico Pozua-Peña Ten y en Peñas Pintas.

Como característica más importante cabe destacar la existencia de dos sistemas diferenciados de antiguos aparatos glaciares con diferentes etapas de retroceso que, en principio y a falta de datos cronológicos, se suponen de diferente edad.

Palabras clave: Glaciario Cuaternario, Cordillera Cantábrica.

ABSTRACT

A mapping was developed covering the geomorphological aspects relative to glaciers as they appear on the headwaters of Esla river (Riaño area). New traces of this same glaciation have been observed in the "Sierra de Hormas", "Pico Coriscao", "Peña Panda", "Pico Pozua-Peña Ten" and "Peñas Pintas".

The existence of 2 different old glacier systems, also showing different retreat steps (assumed as different age, although no chronological data were available) is the most remarkable feature observed.

Key words: Quaternary glaciation, Cordillera Cantábrica.

INTRODUCCION

La existencia de huellas del glaciario cuaternario, en ambas vertientes de la Cordillera Cantábrica, ha sido puesta de manifiesto por numerosos autores: CASIANO DE PRADO, M. (1852),