

## EL KARST DE SIERRA GUILLIMONA (CORDILLERAS BÉTICAS)

M.<sup>a</sup> Asunción Romero Díaz\*

### RESUMEN

En este trabajo se estudian las formas del exokarst desarrolladas en Sierra Guillimona. Se analizan los elementos y factores que han intervenido en su génesis y la efectividad del sistema morfoclimático actual en relación con los fenómenos de karstificación. La variada gama de formas kársticas presentes en este relieve: lapiaces, dolinas, uvalas y poljes se estudian en detalle, analizando, clasificando e interpretando su evolución morfogenética.

PALABRAS CLAVE: exokarst, formas kársticas, procesos kársticos, calizas.

### THE KARST OF GUILLIMONA MOUNTAIN (RANGES BÉTICAS)

### ABSTRACT

This work considers surface karst features developed in the Sierra Guillimona. The elements and factors that have controlled the evolution and the effectiveness of the contemporary morphoclimatic system are analysed in relation to karst processes. The whole suite of karst forms are present in this landscape: limestone pavements, dolines, uvalas and poljes are studied in detail, analysing, classifying, and interpreting their morphogenetic evolution.

KEY WORDS: exokarst, karst forms, karst processes, limestone.

### 1. Introducción y situación geográfica

La Sierra Guillimona constituye un relieve kárstico que culmina en más de 2.000 m.; se localiza en su mayor parte en el extremo NE de la provincia de Granada, pero penetra también en las de Jaén y Albacete. Desde el punto de vista orográfico se la incluye en la Sierra de Segura, de la que constituye su ramal más oriental; forma junto con la Sierra de Taibilla, situada al NE, la divisoria de aguas Segura-Guadalquivir.

El conjunto de Guillimona que aparece bien delimitado a pesar de la elevada altitud de las tierras circundantes, tiene una disposición general SW-NE, y engloba una serie de relieves periféricos con la misma dirección, tales como, la Cuerda de las Charcas, la Cuerda de los Mirabetes, la Cuerda de Guillimona y la Cuerda de los Buitres; además de otros relieves menores como el Cerro de las Torcas Altas y el Cerro de la Muela (Fig. 1).

topónimos, que sin lugar a dudas, aluden a la morfología desarrollada en el lugar.

La Sierra Guillimona por su paisaje deforestado y en especial por su morfología salpicada de socavones y rocas intensamente laceradas aparece, a simple vista, como un lugar inhóspito, y poco accesible, sin embargo se desarrollan aquí toda una gama de formas kársticas superficiales de gran interés geomorfológico. Constituye un karst de montaña, en donde los procesos ligados al sistema morfogenético periglaciario no han estado ausentes.

Las hojas del M.T.N. a E. 1:50.000 en donde se localiza esta área son la 908 (Santiago de la Espada) y la 909 (Nerpio); y los fotogramas aéreos correspondientes al vuelo de 1956-57 y de escala aproximada 1:30.000 de N. a S. son los siguientes:

52330-52325  
37767-37762

\* Departamento de Geografía Física, Universidad de Murcia, 30001 - Murcia.

## LOCALIZACION GEOGRAFICA Y TOPOGRAFIA DE LA SIERRA GUILLIMONA

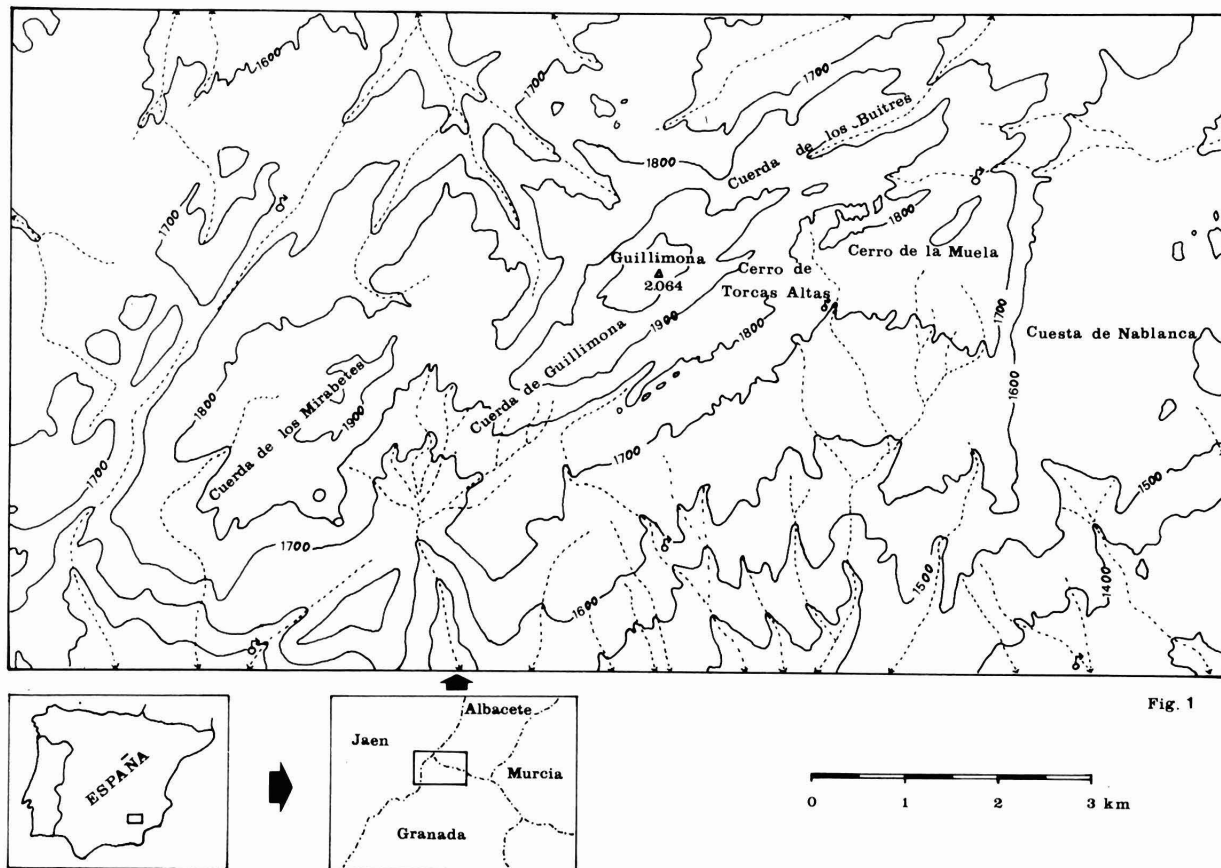


Fig. 1

## II. Rasgos topográficos

La Sierra Guillimona alcanza su cota máxima a los 2.064 m. s.n.m. en el vértice Guillimona, y todo el conjunto se encuentra igualmente a elevada altitud, teniendo aproximadamente unos 1.750 m. de altitud media. Sin embargo, el relieve va ascendiendo de forma gradual, apareciendo a veces formas amesetadas o replanos («muelas») que constituyen lugares idóneos para el desarrollo del karst.

Analizando la distribución de superficies por altitudes en los 68 km.<sup>2</sup> estudiados, que es la superficie propiamente kárstica, vemos que predominan las altitudes comprendidas entre los 1.600 y 1.800 m., intervalos que juntos alcanzan más del 50% del total superficial; siendo el valor de las pendientes medias entre los 1.600 y 1.700 m. del 9%, y entre los 1.700 y 1.800 éstas se elevan al 20%. El intervalo comprendido entre 1.800-1.900 m. de altitud, ocupa el 15% de la superficie, y tiene también un valor de pendiente media del 17-20%. Las pendientes alcanzan valores del 35-40% al remontar los 1.900 m.; y

en contrapartida los más bajos se encuentran en las tierras menos elevadas, 1.500-1.600 m., que ocupan el 24,5% de la superficie y tienen un valor inferior al 9% de pendiente.

Estos parámetros: altitud, superficie y pendiente, tienen gran importancia en la génesis del karst, pues con frecuencia son la respuesta a la ubicación de las distintas formas kársticas.

Las primeras formas aparecen ya por encima de los 1.500 m. de altitud, y es en estos niveles bajos de altitudes y pendientes donde se encuentran desarrolladas las formas mayores del karst, «los poljes»; en particular el polje de Nablanca, situado en el borde oriental se encuentra a 1.520 m. de altitud, y los otros dos poljes del sector occidental, a 1.660 m. El mayor desarrollo de dolinas por el contrario tiene lugar a partir de los 1.700 m. como término medio, pudiéndose considerar a este sector como el nivel kárstico por excelencia. Su aparición en estos lugares con pendiente más elevada no responde sólo a la topografía, sino a otras causas que más adelante se expondrán.

III. Rasgos climáticos

En Guillimona no existe ninguna estación meteorológica, por lo que es obligado utilizar los datos de las estaciones más cercanas a menor altitud, tanto termométricos como pluviométricos para de este modo poder aproximarse lo más posible a las características climáticas que reinan en estas altitudes.

Las estaciones meteorológicas situadas en las inmediaciones de la Sierra son:

NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD s.n.m. (m.)	DISTANCIA A GUILLIMONA (km.)	SITUACION RESPECTO A GUILLIMONA	PERIODO ANALIZADO
Anasblancas	1.460	4'0	E	1945-1964
Santiago de la Espada	1.328	9'8	N	1944-1981
La Losa	1.310	8'8	SW	1944-1966

a) Temperaturas

De las tres estaciones tan sólo la de Santiago de la Espada recoge datos termométricos, y ha sido a partir de ellos como se ha podido hacer la corrección altitudinal

TEMPERATURAS MEDIAS ESTIMADAS

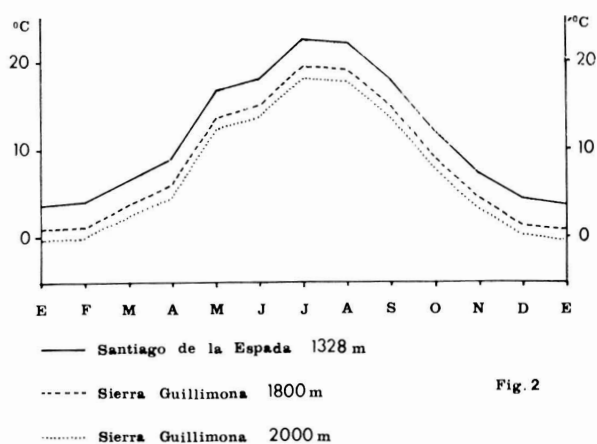


Fig. 2

de las temperaturas aplicando el gradiente térmico normal de la atmósfera para estas latitudes (0'6° C cada 100 m.). De este modo se han diseñado dos curvas hipotéticas de temperaturas medias a dos niveles de altitud, 1.800 y 2.000 m., las cuales se encuentran representadas en la figura 2. A partir de estos datos se ha calculado el régimen térmico completo para estas dos altitudes: temperaturas máximas medias y absolutas; temperaturas mínimas medias y absolutas (cuadro 1).

CUADRO 1  
Régimen térmico estimado de la Sierra Guillimona

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Temperatura máxima	22'0	26'0	27'0	30'0	34'0	36'0	39'0	39'0	36'0	30'0	26'0	25'0	39'0 (1)
absoluta	19'0	23'0	24'0	27'0	31'0	33'0	36'0	36'0	33'0	27'0	23'0	22'0	36'0 (2)
	17'8	21'8	22'8	25'8	29'8	31'8	34'8	34'8	31'8	25'8	21'8	20'8	34'8 (3)
Temperatura máxima media	8'0	8'8	11'5	14'6	19'0	24'3	30'2	30'1	24'6	17'5	12'0	8'6	17'4 (1)
	5'0	5'8	8'5	11'6	16'0	22'3	27'2	27'1	21'6	14'5	9'0	5'6	14'4 (2)
	3'8	4'6	7'3	10'4	14'8	21'1	26'0	25'9	20'4	13'3	7'8	4'4	13'2 (3)
Temperatura mínima	-18'0	-18'0	-12'0	-6'0	-2'0	2'0	5'0	4'0	1'0	-5'0	-8'0	-13'0	-18'0 (1)
absoluta	-21'0	-21'0	-15'0	-9'0	-5'0	-1'0	2'0	1'0	-2'0	-8'0	-11'0	-16'0	-21'0 (2)
	-22'2	-22'2	-16'2	-10'2	-6'2	-2'2	0'8	0'2	-3'2	-9'2	-12'2	-17'2	-22'2 (3)
Temperatura mínima media	-0'2	0'5	2'2	3'9	7'7	11'7	15'2	14'8	11'6	6'9	3'2	0'5	6'5 (1)
	-3'2	-2'5	-0'8	0'9	4'7	8'7	12'2	11'8	8'6	3'9	0'2	-2'5	3'5 (2)
	-4'4	-3'7	-2'0	-0'3	3'5	7'5	11'0	10'6	7'4	2'7	-1'0	-3'7	2'3 (3)
Temperatura media	3'9	4'2	6'8	9'0	16'9	18'1	22'7	22'5	18'1	12'2	7'6	4'4	11'3 (1)
	0'9	1'2	3'8	6'0	13'9	15'1	19'7	19'5	15'1	9'2	4'6	1'4	9'2 (2)
	-0'3	0'0	2'6	4'8	12'7	13'9	18'5	18'3	13'9	8'0	3'4	-0'2	8'0 (3)

- (1) Santiago de la Espada.
- (2) Sierra Guillimona a 1.800 m. de altitud.
- (3) Sierra Guillimona a 2.000 m. de altitud.

La temperatura media anual de Sierra Guillimona, es según esta estimación de 9'2° y la de las cumbres de 8°. El número de meses que podríamos denominar de invierno es de 5 para la media del territorio y de 6 para las cumbres, es decir la mitad del año presenta temperaturas medias inferiores a 6°, siendo enero el mes más frío, con 0'9° a 1.800 m. y -0'3° a 2.000 m. Las temperaturas mínimas medias absolutas de igual modo se registran en enero.

Las heladas son muy numerosas (84 días hacia los 1.300 m., hace suponer que en las cumbres a 2.000 m. deben de ser con mucho muy superiores) y el período de riesgo de heladas es de 10 meses, desde septiembre hasta junio; sólo los meses de julio y agosto quedan libres de ellas. Prácticamente a estas altitudes no existe verano y las temperaturas más altas se registran en los meses estivales de julio y agosto; siendo julio más cálido que agosto, rasgo que junto con las altas amplitudes térmicas diarias y anuales (19°) caracteriza a los climas continentales de la Península.

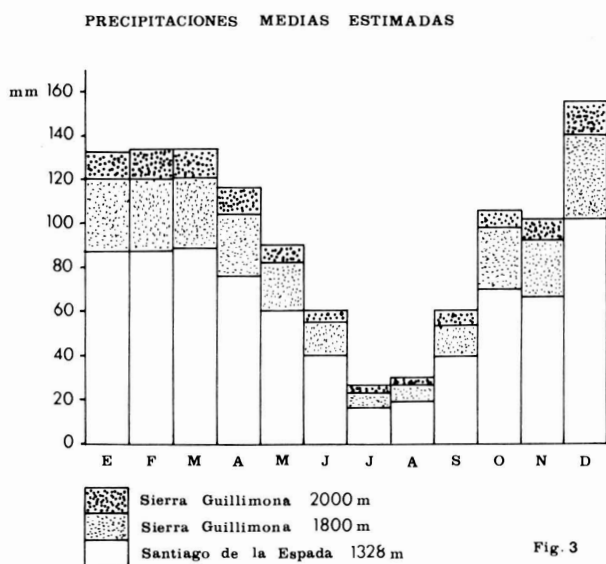


Fig. 3

CUADRO 2  
*Precipitación media estimada de la Sierra Guillimona y estaciones adyacentes*

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Puebla de don Fadrique «Anasblancas»	58'3	57'1	62'6	67'5	54'2	25'8	17'3	22'3	34'8	52'8	53'1	64'9	570'7
Huéscar «La Losa»	65'7	75'8	71'4	65'6	47'9	28'7	7'0	11'4	45'0	61'3	57'4	95'7	632'9
Santiago de la Espada	88'0	88'8	88'5	76'5	60'6	40'4	16'8	19'2	39'3	70'3	67'3	102'6	758'3
Sierra Guillimona a 1.800 m.	120'1	121'1	120'9	104'5	82'8	55'1	22'9	26'1	53'7	96'0	91'0	140'1	1.035'3
Sierra Guillimona a 2.000 m.	132'9	134'2	133'9	115'7	91'6	60'9	25'3	28'9	59'5	106'4	101'8	155'0	1.146'1

### b) Precipitaciones

Para el estudio de las precipitaciones se dispone de las tres estaciones citadas anteriormente y que con bastante aproximación pueden ser representativas de las precipitaciones caídas en los bordes más bajos de la Sierra en sus distintas vertientes, pero no lo son, como es lógico, de las precipitaciones que recoge todo el relieve y en particular los niveles más altos.

La principal fuente de humedad se deriva de las masas de aire atlánticas, hecho que se constata al comparar los elevados totales pluviométricos de las estaciones situadas más al N y al W de la Sierra de Segura, con los de las estaciones emplazadas más al E, aunque se encuentren a mayor altitud. Por lo que respecta a las tres esta-

ciones analizadas, Anasblancas que es la estación de mayor altitud (1.460 m.) sin embargo es la que recibe menores precipitaciones, y en este caso por una doble causa, por tener un enclave más oriental y situarse a sotavento de Sierra Guillimona; la estación de La Losa, situada al SW, a menor altitud que Anasblancas recibe una precipitación más elevada, pero por el contrario, encontrándose casi a la misma cota que Santiago tiene un registro de menos de 100 mm. de diferencia de precipitación respecto a ésta, hecho que también se explica porque se localiza a sotavento de otra estribación montañosa, «Sierra Seca».

De cualquier forma teniendo en cuenta estas simples apreciaciones y aplicándolas a la Sierra de Guillimona se ha de mencionar que la precipitación caída en las distin-

tas vertientes tiene distintos valores que se reflejan de hecho no sólo en las formaciones vegetales (bastante desarrolladas en la vertiente septentrional, e inexistentes en la meridional), sino también en las formas de modelado presentes en ambas vertientes, de predominio frío en la septentrional y kársticas en la meridional.

Por considerar que son más representativos los datos de Santiago de la Espada, a partir de ellos, y al igual que se hizo con las temperaturas se han estimado unos valores de precipitación para la Sierra Guillimona. Para ello se ha aplicado un gradiente de precipitación con la altura, calculado a partir de 20 estaciones seleccionadas del área cercana al sector, y que consideramos de características similares.

Los valores obtenidos con los datos de Santiago de la Espada dan como resultado 1.035 mm. de precipitación a 1.800 m. y 1.146 mm. a los 2.000 m. La diferencia de gradiente al calcularlo con los datos de la estación de La Losa es de 126 mm. de precipitación (910 mm. para 1.800 m. de altitud y 1.020 mm. para 2.000 m.). Lo cual puede marcar las diferencias pluviométricas entre una vertiente y otra de la Sierra.

Las precipitaciones se reparten a lo largo del año de manera desigual. El máximo pluviométrico se registra en invierno, seguido de la primavera y el otoño. El mes más lluvioso suele ser diciembre y el más seco julio. Pero el ritmo interanual de las precipitaciones presenta una gran irregularidad, pues siguiendo a la estación de Santiago tomada como ejemplo, junto con años en donde se alcanzan los 1.400 mm. (1963-1969), se presentan otros que no rebasan los 400 mm. (1953-1967).

El número de días de nieve es un dato importante aunque no disponible. Anas Blancas registra 7 días como media anual y Santiago 16, pero son valores que dicen muy poco respecto al número total de días que cae en la Sierra. Lo que sí se ha podido observar es que la nieve puede hacer su aparición desde octubre hasta finales de mayo. La época de máximas nieves coincide con la época invernal que es la época de precipitación más abundante lo que coincide también, al mismo tiempo con el registro de las temperaturas inferiores a 0º, teniendo todo ello como resultado una importante acción morfogenética que se traduce en las actuales formas de modelado.

#### c) Clasificación climática y dominio morfogenético

Al intentar clasificar este tipo de clima, es difícil encuadrarlo en una clasificación preestablecida, pues atendiendo al régimen térmico sería un «clima templado frío continentalizado», más teniendo en cuenta el régimen pluviométrico, presenta rasgos típicos de «clima mediterráneo», por ello la clasificación más adecuada podría ser la de «clima mediterráneo continental, modificado por la altitud». Por otra parte, atendiendo a la clasificación según el cuadro de sistemas de procesos morfológicos, la Sierra Guillimona se incluye en el dominio «templado húmedo», e incluso matizando un poco más, con algunos meses de «dominio frío».

## IV. Rasgos biológicos

### a) Suelos

Según el Mapa de Suelos de la Provincia de Granada (Pérez Pujalte, A.; Prieto Fernández, P., 1980), las formaciones edáficas en Sierra Guillimona son prácticamente inexistentes, tan sólo se puede hablar de *litosoles*, suelos poco evolucionados que se desarrollan sobre calizas y dolomías, y cuya característica principal es el constante rejuvenecimiento del suelo gracias a los procesos de erosión a que están sometidos. Suelen ser afloramientos rocosos sin cobertura edáfica, y sólo en ciertos lugares donde la topografía es favorable, tiene lugar la formación de suelos del tipo *regosoles*. También en las partes más bajas se da un suelo de color pardo, muy calizo, superficial y muy pedregoso que se desarrolla sobre derrubios de ladera, son los *cambisoles cálcicos superficiales*. Y por último, es usual encontrar fisuras y fondos de dolinas rellenos con suelos relictos de «*terra rossa*», de un color rojizo muy intenso.

### b) Vegetación

Aunque una de las características del karst es precisamente la desnudez casi total y ausencia de suelos y vegetación, en Sierra Guillimona la existencia de especies dispersas permite distinguir con facilidad varios pisos o niveles de vegetación.

El nivel más bajo, inferior a 1.500 m. de altitud, se encuentra representado por una extensa formación de jarales, *Cistus laurifolius*, que se localiza en el borde oriental del polje de Nablanca y sobre unos suelos muy arenosos. Las jaras junto con las lavandas constituyen una primera etapa de degradación del encinar que es la especie climácica del lugar, y de la que sólo quedan algunos ejemplares aislados.

Un nivel superior vendría caracterizado por la «Erinacetalia», denominada así por la presencia de *Erinacea anthyllis*, o como vulgarmente se le conoce «cojin de monja» o «asiento de pastor». Este tipo de vegetación es el más característico del medio calizo y siempre se da en altitudes superiores a los 1.500 m.

Mezclado con el típico matorral espinoso de alta montaña mediterránea aparece otro matorral también espinoso pero de mayor porte, el majuelo *Crataegus monogyna* y el espino negro *Rhannus lycioides*.

Por último, otras comunidades pertenecientes al matorral frío son la sabina *Juniperus sabina*, y el enebro *Juniperus communis*, que suele alcanzar incluso los niveles altimétricos más elevados.

Es de destacar el contraste existente entre la vertiente norte y sur de Guillimona, pues mientras la vertiente meridional está casi totalmente deforestada, la septentrional se halla ocupada por un extenso pinar, conocido como «el Pinar del Duque». Las causas del desarrollo de esta vegetación a pesar de las talas continuas a las que se les somete, hay que atribuir las a la exposición y a las

continuas repoblaciones que se llevan a cabo en este lugar. La especie predominante es el pino salgareño, y las repoblaciones también se realizan con la misma especie botánica.

**V. Rasgos geológicos**

*a) Situación geológica*

El área de estudio se incluye en el amplio dominio geoestructural de las Cordilleras Béticas y dentro de ellas en la Zona Prebética. Formaría parte del Prebético Interno según Dabrio (1973) y del Prebético Meridional según Rodríguez Estrella (1979), y atendiendo a la división en unidades que dentro de la Zona Prebética hace López Garrido (1971): Unidad de la Sierra de Segura y Unidad de la Sierra de Cazorla, Guillimona se localiza en esta última unidad.

Sobreimpuestos a los materiales prebéticos aparecen dos afloramientos subbéticos, que constituyen retazos aislados por la erosión del frente de corrimiento Subbético.

*b) Estratigrafía*

Como rasgo estratigráfico general de la Zona Prebética hay que destacar la existencia de frecuentes lagunas estratigráficas y cambios de facies. Las facies que presentan los materiales suelen ser de mares poco profundos, pero que conforme aumentan las potencias de los sedimentos, cosa que sucede hacia el borde SE y E de la Zona Prebética, en el límite con la Subbética (y que es donde se localiza precisamente nuestro sector de estudio), disminuye el carácter somero de los sedimentos.

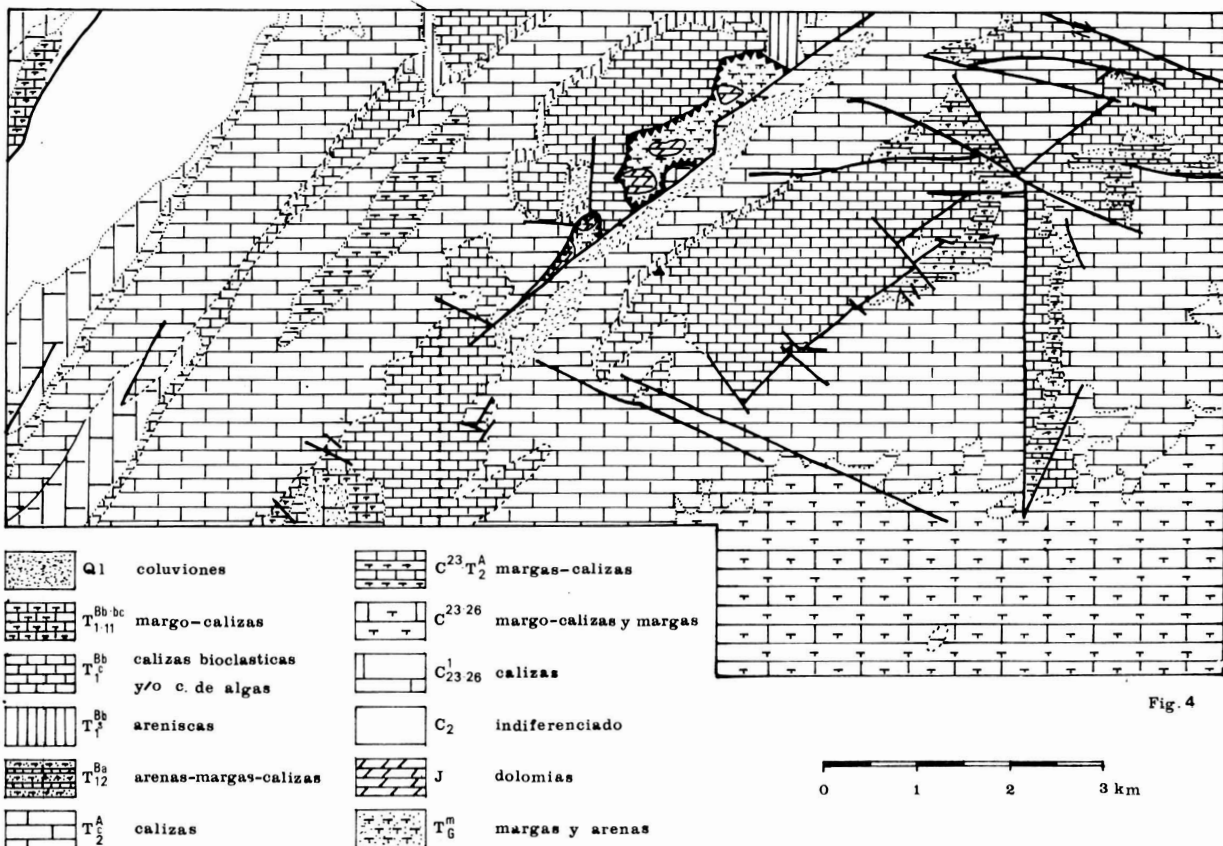
Desde el punto de vista estratigráfico Sierra Guillimona se caracteriza por un predominio de los materiales cretáceos, a los que recubren ampliamente los materiales terciarios (fig. 4).

La serie estratigráfica Prebética que aflora en Sierra Guillimona vendría definida según Dabrio (1975) y Dabrio-López Garrido (1979) por los siguientes tramos:

**A) Cretáceo**

— Senonense Inferior ( $C_{23-26}^1$ ), representado por ca-

ESQUEMA LITOLOGICO



lizas dolomitizadas de color blanco, grano grueso, oquerosas y de aspecto pulverulento.

- Senonense ( $C_{23-26}$ ), con margo-calizas y margas grisáceas (biomicritas), cuya potencia en general no supera los 40 m.

## B) Terciario pre-orogénico

El paso Cretácico-Paleoceno se manifiesta por un ligero cambio litológico ligado al del medio del depósito, que desde mar somero evoluciona a condiciones próximas a las arrecifales.

- Eoceno ( $Tc^c$ ), estos materiales muy bien representados están constituidos por calizas, con frecuencia arenosas de color crema. Hacia el SE del sector se aprecia un cambio de facies desde los materiales calizos a los margosos y detríticos (Foucault, 1971; Dabrio, 1972). Y dado el carácter litoestratigráfico de esta diferenciación se han definido dos unidades que comprenden todos los materiales eocénicos: la «Formación de Nablancas» que incluye los materiales detríticos y detríticos carbonatados ( $Tn^A$ ) y la «Formación de Cañada Hermosa» que incluye los términos calizos ( $Tc^A$ ) y que es superior a aquella. El contacto entre ambas unidades es concordante, pero se realiza a diversa altura estratigráfica.
- Mioceno Inferior ( $T_1^{Bb}$ ), con calizas bioclásticas que en algunos lugares pueden ser areniscas calcáreas. Estos materiales reposan en discordancia sobre los materiales infrayacentes eocénicos.
- Mioceno Medio, que está representado por:
  - arenas y limos rojizos y amarillentos, formando con frecuencia niveles de areniscas ( $T_1^{S^{Bb}}$ ).
  - calizas bioclásticas que se superponen al término anterior concordantemente ( $Tc^{Bb}$ )<sub>1</sub> y
  - calizas y margo-calizas detríticas ( $T_{1-11}^{Bb-bc}$ )

## C) Cuaternario

El Cuaternario se reduce a depósitos de piedemonte, en general debido a la gelificación, y a arcillas de descalcificación que tapizan los fondos de las dolinas.

El *isleo tectónico Subbético* estratigráficamente se reduce a margas rojizas y verdosas y arenas de «facies keuper», correspondiente al Triásico; dolomías lásticas y algunos restos de calizas nodulosas rosadas del Malm; y margocalizas y margas grises correspondientes al Cretáceo Inferior.

### c) Tectónica

El área que ocupa la Sierra Guillimona se caracteriza por tener una tectónica con desarrollo de pliegues y fallas (fig. 5).

La región está afectada por una *estructura de plegamiento* relativamente suave en general, estando la dirección de los pliegues comprendida entre N 45-60° E. Son pliegues con escaso buzamiento (10-20°) ya que la intensidad del plegamiento es mucho menor en el Prebético Interno que en el Externo. El origen de los pliegues hay que buscarlo en esfuerzos de dirección general NW - SE; pero también es muy importante señalar en la génesis de los mismos la adaptación de los materiales a fracturas preexistentes.

Junto a los pliegues aparece toda una serie de fallas (en su mayoría normales y de desgarre) que constituyen los accidentes tectónicos más desarrollados dentro del área estudiada. Pero se pueden distinguir varios sistemas de fracturación:

- Fracturas de dirección comprendida entre NW-SE y WNW-ESE. Las medidas de dirección en grados oscila entre N 90-130° E y la superficie de las mismas es prácticamente vertical.
- Fracturas de dirección meridiana N-S, aunque en este sector no son muy abundantes un buen ejemplo lo constituye la desarrollada en Nablancas.
- Fracturas paralelas a los ejes de los pliegues. Su trazado no es constante y varía desde NNE-SSW a NE-SW. Las medidas realizadas sobre ellas nos dan un valor comprendido entre N 40-75° E. Este sistema de fracturas constituye en muchos puntos un juego de fallas escalonadas, cuyo labio hundido es siempre el más oriental.

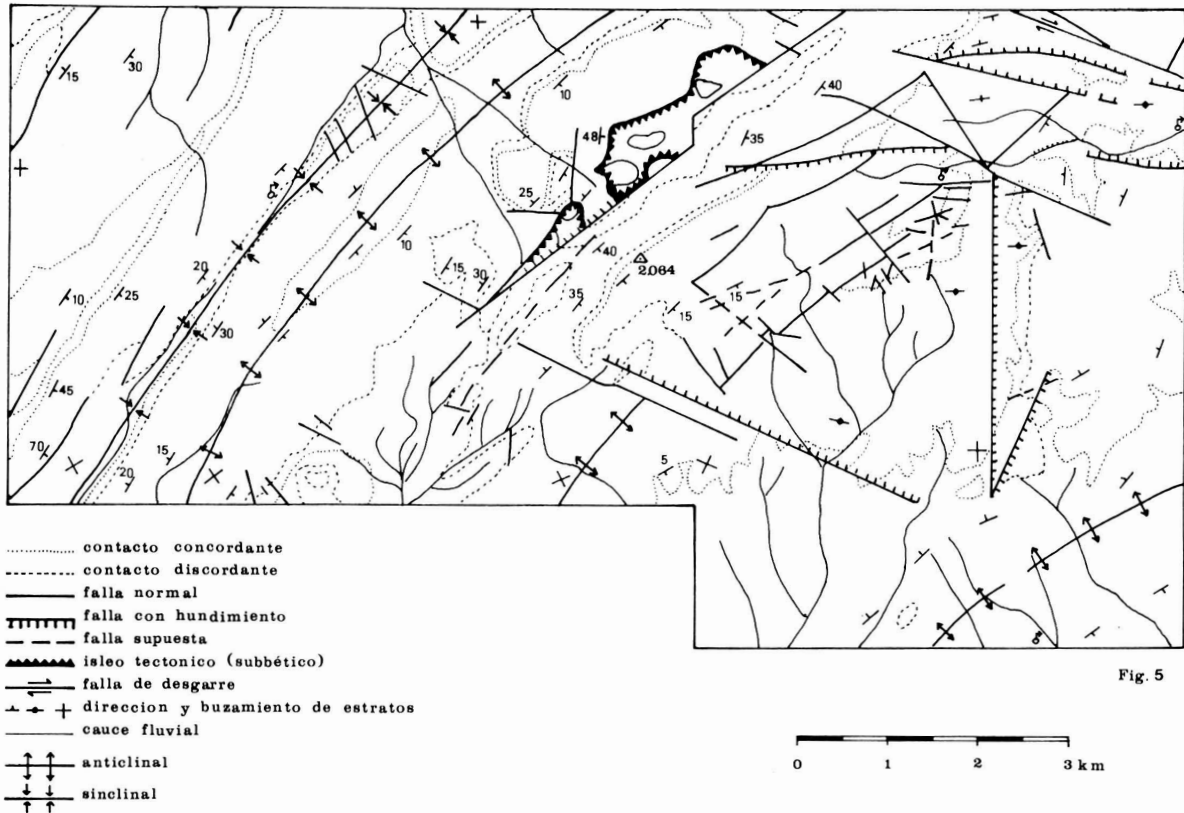
Las fracturas de dirección NW-SE; WNW-ESE; y N-S son singenéticas al plegamiento, mientras que las de dirección SSW-NNE y SW-NE corresponden a una fase de distensión. Algunas de las fracturas de dirección NW-SE; WNW-ESE, se corresponden con fallas de desgarre con sentido de movimiento dextrógiro.

El sector de estudio se encuentra enmarcado por dos grandes fallas de desgarre, una de ellas, la septentrional, aparece en el borde noroccidental del esquema litológico (fig. 3); la meridional, se localiza más al sur fuera de dicho esquema. La importancia que tienen estas fallas es muy grande, tanto desde el punto de vista tectónico como desde el paleogeográfico ya que ligadas a estas fallas de desgarre se producen cambios de facies de los cuales el más notable y llamativo es el acunamiento total de la formación de Nablancas en el sector norte de la Sierra Guillimona producido por el sistema septentrional. Al sur de la fractura, la formación de Nablancas, tiene una potencia superior a los 150 m., mientras que al norte, no está representada en absoluto (Dabrio, 1972).

Por lo que respecta a la *tectónica de los afloramientos subbéticos* es muy simple, se reduce a simples contactos mecánicos de corrimiento con la Región de pliegues y fallas de edad helveciense, siendo la superficie de corrimiento paralela a la estratificación de dichos materiales.

La estructura interna que presenta el isleo es caótica y los materiales están muy tectonizados. Admitiendo su unión original con los materiales subbéticos de La Sagra y Sierra de Taibilla se obtiene un desplazamiento mínimo superior a los 10 km. en dirección NW. Una falla

## ESQUEMA TECTONICO



normal, cuyo bloque hundido es el del NW, en el que se encuentran los isleos, los ha preservado de la erosión.

## VI. Condiciones idóneas para la karstificación

La formación y desarrollo de toda la variada gama de formas kársticas que aparecen en Sierra Guillimona ha tenido lugar como consecuencia fundamental de la estructura y de la tectónica que la han configurado, junto a las condiciones morfoclimáticas. Por un lado, los laxos pliegues han servido de base, bien para la instalación de algunas de las grandes formas del exokarst, o bien para la formación de los campos de dolinas; y por otro lado, la elevada fracturación que presentan los materiales carbonatados ha condicionado la formación de la mayoría de las dolinas y otras formas kársticas.

Sierra Guillimona presenta una vertiente meridional intensamente karstificada, constituida por una serie de corredores o pasillos paralelos entre sí, valles excavados por disolución, que coinciden con líneas de fractura. Estos corredores han sido labrados a su vez favorecidos por los planos de estratificación de buzamiento generalizado hacia el SE, que junto a la existencia de niveles calizos más resistentes han dado lugar a la aparición de

dichos valles, en ocasiones cortados por otros perpendicularmente, de claro origen tectónico.

Si unimos a esto la altitud a la que se encuentra este relieve y las condiciones climáticas a las que ha estado sometido, tal y como lo demuestran las formas ligadas a procesos periglaciares existentes en él (canchales, caballones de solifluxión, ordenamientos de piedras, etcétera), se comprende con facilidad la instalación de todas estas formas.

Pero sin lugar a dudas, este tipo de morfología es heredada, posiblemente su instalación date de finales del Mioceno o principios del Plioceno.

En la actualidad, aunque el karst de Sierra Guillimona muestra formas que pudiéramos catalogar «maduras» o muy evolucionadas, aún debido a las precipitaciones relativamente altas que recibe por su altitud, es un karst funcional como lo demuestran las numerosas fuentes existentes en él, algunas de ellas con un caudal elevado (80 l/s.g., registra de aforo la fuente de La Losa en el barranco de Los Agujeros), que se localizan en el piedemonte meridional.

Las bajas temperaturas actuales que se registran en los niveles más altos, si bien por una parte, son muy importantes por lo que al karst se refiere, al incrementar la disolución del dióxido de carbono y fisurar y corroer a



las calizas, por otra, incrementa los procesos mecánicos (gelifracción y termoclastia) destruyendo en la actualidad muchos de los edificios construidos por los procesos químicos, tales como los lapiazes. De tal forma, que hoy extensas superficies que con anterioridad estuvieron ocupadas por el lapiaz, son sólo restos de él, son «campos de piedras» resultado de la destrucción del karst. Los lapiazes afectados por estos procesos son los de crestas o pináculos, es decir los que presentan una superficie menor entre las hendiduras y partes más en resalte.

Otro ejemplo del predominio de estos procesos mecánicos aparece en la acumulación de clastos en los fondos de las dolinas; mas un aspecto a destacar es que los clastos no sólo aparecen sobre la superficie, sino también engullidos por las arcillas de descalcificación que tapizan sus fondos, hecho que demuestra cierta actividad, aunque ralentizada, de este karst.

## VII. Formas del Exocarst

### a) El Lapiaz

Las formas de lenar o lapiaz en Guillimona están muy extendidas y visibles debido a las amplias superficies de calizas desnudas que presenta.

En general se puede considerar que el lapiaz se desarrolla por encima de los 1.600 m. de altitud en casi toda la vertiente meridional de Guillimona, pudiéndose diferenciar distintos grados de evolución: lapiaz incipiente, desarrollado, muy bien evolucionado, en fase de destrucción y ruiforme.

Son tan numerosos los tipos y formas de lapiazes, como las clasificaciones que se han hecho y que aún puede hacerse de él; así el lapiaz se clasifica según su morfología, su génesis, su grado de desarrollo, su tamaño, su litología, la superficie donde se forma, etc. Tratando de integrar todas estas clasificaciones se intentará estudiar qué tipos de lapiazes son los existentes en este relieve, qué características presentan, qué procesos han sido los predominantes en su formación y cuál es el grado de evolución en el que se hallan.

En Sierra Guillimona aparece una amplia variedad de formas lapiazadas, tales como: lapiaz de crestas agudas, de acanaladuras, en regueros, cavernoso y tubular, en estrías...; desde el punto de vista estructural aparece el lapiaz fisural de diaclasas y el de planos de estratificación. Todas estas formas responden claramente a dos tipos de formación o génesis; en superficie (lapiaz desnudo) y bajo el suelo (lapiaz cubierto). El tamaño oscila desde algunos centímetros de profundidad de las hendiduras hasta el metro, aunque en realidad la profundidad exacta es difícil de saber ya que la mayoría de las fisuras se encuentran rellenas de arcillas, la anchura de los distintos compartimentos en que se divide el lapiaz y de las aberturas o grietas también es variable según el tipo o su desarrollo, por lo que se encuentran desde microla-

piaces a megalapiazes pasando por todos los términos intermedios.

La respuesta a la variada gama de lapiazes existente la hallamos en la diferente textura, estructura y composición de las distintas rocas carbonatadas unido a los procesos predominantes que han intervenido en su génesis.

De entre los lapiazes que merecen destacarse el *lapiaz estructural de diaclasas*, es un buen ejemplo, se encuentra hacia los 1.650 m. de altitud en el borde oriental del polje de Nablanca, sobre calizas eocénicas de textura micrítica y con un contenido en carbonatos del orden del 90%. La característica principal de este lapiaz es que tiene un sistema de diaclasación predominante, con una dirección del plano de diaclasa N - S, que coincide con la misma dirección de la gran falla que flanquea el polje y que lo ha originado. Las hendiduras tienen como término medio de 30 a 60 cm. y una abertura máxima de 20 cm. La estructura sobre la que se instala es prácticamente horizontal lo que favorece su formación al permanecer más tiempo el agua sobre la superficie. Desde el punto de vista genético correspondería a un lapiaz formado sobre la superficie al aire libre. En este tipo de lapiaz las fisuras apenas se encuentran rellenas por arcillas de descalcificación lo cual es comprensible si se tiene en cuenta la pureza de la caliza y su origen superficial.

Otro tipo de lapiaz localizado aproximadamente en el mismo sector, sobre el mismo tipo de superficie de calizas pero con desarrollo mucho mayor lo constituye el *lapiaz en regueros* también de génesis estructural. Aquí la karstificación presenta un alto grado de evolución por lo que su formación ha sido sin duda dilatada en el tiempo. Las hendiduras presentan en ocasiones profundidades superiores al metro y la anchura de las mismas iguala con frecuencia a la anchura de los compartimentos (40-50 cm.).

El *lapiaz de planos de estratificación* se desarrolla donde las capas afloran subverticales o con fuerte buzamiento y el fenómeno de excavado es el mismo que en los casos anteriores aprovechando las líneas de debilidad de la roca. Este tipo de lapiaz aparece entrecruzado y compartimentado por los planos de diaclasa y debido al menor contenido en carbonatos de las rocas en las que se instala, su mayor grado de evolución, y que en ocasiones presenta claras muestras de haber tenido un origen cubierto se encuentra tapizado por un suelo sobre el que se asientan algunas especies vegetales.

La forma catalogada como *megalapiaz*, se localiza en el límite meridional de este relieve a muy baja altitud, aproximadamente a los 1.500 m., y sobre el tipo de calizas descritas anteriormente. Este lapiaz de claro origen estructural se ha formado bajo el suelo, presenta formas redondeadas y suaves e incluso se aprecian canales circulares en la base que fueron sin duda elementos de drenaje en profundidad. El afloramiento de este lapiaz es escaso, visible en la actualidad por un desmonte del suelo, pero seguramente se encuentra también en los alrededores del afloramiento aún cubierto. Los procesos

bioquímicos parecen ser los que han jugado el papel más importante en su formación. La morfología que presenta es la de grandes losas de dimensiones métricas con amplios regueros que las separan.

Otro tipo de lapiaz desarrollado bajo el suelo pero de formas menores es el *lapiaz alveolar, cavernoso, oqueroso o tubular* (recibe todas estas acepciones) que se corresponde con el *hohlkarren* de la clasificación de Sweeting (1972). Este lapiaz está constituido por oquedades y tubuladuras verticales, es de destacar que estas formas redondeadas se encuentran casi siempre alineadas siguiendo una línea de diaclasa; cuando la erosión desmantela los umbrales entre oquedades o tubos y las hendiduras se profundizan llegan a formarse crestas muy agudas. Este tipo de lapiaz es característico sobre todo de las dolomías, pero también se halla sobre calizas con un contenido en carbonato en torno al 70%. En la actualidad esta forma de disolución se halla muy atacada por los procesos mecánicos, presentando formas en proceso de destrucción y ruiformes.

Sobre superficies inclinadas pero de poca pendiente es corriente encontrar el *lapiaz de pequeñas aristas o estrías* es un lapiaz superficial formado al aire libre, y que requiere para ello superficies de roca desnuda, es pues un tipo de modelado que aparece de forma discontinua y ocupa espacios reducidos. Las estrías suelen ser paralelas entre sí y su profundidad no suele superar los tres o cuatro centímetros.

El último tipo de lapiaz estudiado es el lapiaz que denominamos *en pináculos*. En realidad no constituye un lapiaz virtual, ya que se ha desarrollado sin duda a partir de formas preexistentes, pero debido a la gran extensión que ocupa en toda la Sierra de Guillimona consideramos importante mencionarlo. Se trata de un lapiaz en fase de destrucción y ruiforme, que los procesos periglaciares recientes llevarán a su último estadio, la formación de canchales de piedras angulosas. Dichas formas se encuentran con frecuencia sobre calizas bioclásticas y ascienden hasta las cimas. Como la mayoría de los lapiaces se ha labrado a partir de las líneas de debilidad de la roca, y morfológicamente son pequeños pináculos adosados unos a otros y dispuestos en hileras paralelas entre sí, que reflejan la alineación de los planos de estratificación, difíciles de identificar por la intensa karstificación si no fuera por el hecho de que los pináculos presentan cierta inclinación buzando hacia el SE entre 10 y 25° según los distintos puntos medidos.

Además de estos tipos de lapiaces descritos, existen otros que vienen a ser variedades o grados de evolución de los anteriores, por lo que resultaría excesivo hacer su catalogación. Sin embargo sí que es preciso insistir en su presencia y en la extensión superficial que ocupan.

Recordando las características de los lapiaces que se encuentran representados en Guillimona y teniendo en cuenta la división que Llopis Llado (1970) hace del karst en función de su evolución, en karst joven, caracterizado por la fase de lenarización, karst maduro, caracterizado por la fase de excavación del lapiaz y karst senil, por la aparición de la topografía ruiforme o en fase de

destrucción; no cabe duda pues que el karst estudiado se encuentra en una fase de madurez muy avanzada.

#### b) *Las Dolinas*

Las dolinas como formas características del karst, en Guillimona se encuentran también abundantemente representadas, de tal manera que constituyen la forma de absorción predominante. En los 68 km<sup>2</sup> karstificados, la aparición de 632 dolinas nos da una densidad de 9'3 dolinas por km<sup>2</sup>, y comparándola con dos sectores cercanos muestra una densidad superior al karst de Sierra Gorda (Granada) analizado por Pezzi (1977) que presenta una densidad de 7'9, aunque inferior al karst del Calar del Mundo (Albacete) estudiado por López Bermúdez (1974) con una densidad de 17'5.

Las dolinas aparecen a partir de los 1.500 m. de altitud, aunque el mayor número de ellas se desarrolla entre los 1.700 y 1.900 m.; en las cumbres son inexistentes. Se instalan indiferentemente sobre todos los tipos de calizas y aunque predominan las dolinas sobre superficies poco inclinadas (Cerro de la Muela, Cuesta de los Mirabetes), también se dan las que se han formado sobre pendientes elevadas (Cerro de las Torcas Altas, Cuerda de Guillimona).

La característica principal de casi todas ellas es su origen estructural y aunque en su formación han intervenido procesos químicos y bioquímicos afines a todos los karst, la estructura y la tectónica marcan su carácter dominante.

El origen estructural de estas formas de disolución se pone de manifiesto además de por las frecuentes alineaciones de dolinas, por las mediciones realizadas en más de un centenar de dolinas de las direcciones de sus ejes mayores. De tal forma que las dolinas que denominamos de valle, las grandes dolinas y las uvalas presentan una dirección que oscila entre N-65° y N-80° E, que si recordamos coincide con la dirección de fracturación NNE-SSW a NE-SW; y las pequeñas dolinas a las que hemos dado el nombre de dolinas de vertiente y que tienen una dirección perpendicular a las anteriores, coinciden igualmente con la dirección de fracturación NW-SE a WNW-ESE. Existen también otras formas localizadas al SW de Nablanca de dirección en su eje mayor N-S que coincide con la gran falla de la misma dirección que flanquea el polje del mismo nombre.

Desde el punto de vista morfológico la variedad de formas no es muy grande, tan solo es posible hablar de dolinas en embudo y de dolinas en artesa (CVIJC, 1960), siendo estas últimas las predominantes.

*Las dolinas en embudo* ocupan una posición topográfica característica, casi siempre se localizan a elevada altitud, nunca por debajo de los 1.700 m. y con frecuencia se han excavado aprovechando los planos de estratificación y en las vertientes septentrionales, es decir en las umbrías. Algunas de estas dolinas por la presencia en ellas de nieve durante mucho tiempo gracias a su exposición y altitud, pueden considerarse como «dolinas climáticas», pero en ningún caso llegan a alcanzar las pro-

fundidades de los «jous» o pozos de nieve del karst Cantábrico.

Suelen ser dolinas de pequeñas dimensiones y forma circular. La base de la dolina tiene un diámetro muy pequeño (apenas una decena de metros) comparado con el diámetro externo que llega a ser 6 ú 8 veces mayor. Presenta rebordes abruptos y escarpados aunque disimétricos y las profundidades oscilan entre los 20 y 50 m., según el tamaño de la dolina; y aunque su origen es de hundimiento (Biro, 1966) en ningún caso se ha podido observar comunicación con cavidades internas ya que sus fondos se encuentran rellenos de arcillas de descalcificación.

*Las dolinas en artesa* tienen mayor representación, al contrario de las formas anteriores se localizan a cualquier altitud y tienen dimensiones variables. Por la abundante presencia de estas dolinas es por lo que se podría clasificar al karst de Guillimona como pluvial.

Su génesis se debe principalmente a la disolución efectuada sobre fisuras y se corresponden con dolinas de disolución normal según Biro (1966). En casos muy concretos pueden estar favorecidas por la exposición o la litología, pero estos matices en ningún caso son tan acusados como para llegar a clasificarlas de dolinas climáticas o litológicas.

Como características comunes a todas ellas se puede citar la presencia de fondo plano relleno de arcillas de descalcificación con rebordes poco definidos, raramente escarpados aunque sí muy karstificados y con lapiaces ruiformes. Predominan las formas elipsoidales más que las circulares. La profundidad no suele ser muy elevada (10-15 m. como máximo) y el diámetro mayor es tan sólo de 2 ó 3 veces el menor. Las dimensiones medias de las dolinas más características se pueden establecer en 70×30×5 metros, formando pues dolinas anisótropas.

Son también muy numerosas las dolinas que se adaptan a una topografía determinada, por lo que dentro de la clasificación de dolina en artesa es posible incluir a las topográficas. Así hemos de citar a las dolinas en hombrera, las dolinas de vertiente y las dolinas de valle.

*Las dolinas en hombrera* no suelen ser muy frecuentes pero hay buenos ejemplos en el Cerro de las Torcas Altas. Estas dolinas se instalan en la solana de las vertientes de poca pendiente y sus fondos presentan muy poca inclinación.

*Las dolinas de vertiente* alcanzan mayor profusión en las vertientes meridionales de la Cuerda de Guillimona y Cuerda de los Buitres y como es lógico se excavan en la misma dirección que siguen los planos de estratificación hacia el SE, siendo excepcionales las que se labran a contrapendiente. Estas formas no aparecen aisladas sino que se alinean según líneas de fractura; constituyen pues «dolinas en cascada» ya que suelen formarse 4 ó 5 dolinas sobre la misma fisura pero a distinta altitud.

Las dolinas de vertiente suelen tener su nivel de base en otras dolinas de mayores dimensiones y formas alargadas que constituyen las *dolinas de valle*.

Al comentar la topografía de la Sierra Guillimona se hizo referencia a la existencia de unos pasillos paralelos

entre sí, que coinciden una vez más con líneas de fractura. Pues bien, es aquí en estos pasillos o valles donde se instala este tipo de dolinas de valle; el lugar es sumamente idóneo ya que tienen escasas pendientes y recoge las aguas que escurren por las vertientes. En otro tiempo antes de la karstificación debieron de constituir cauces de drenaje superficial de incisión lineal, hoy el drenaje ha sido desorganizado y los valles presentan formas de artesa por la instalación de tal tipo de dolinas sobre ellos. Algunas de estas formas llegan a tener una longitud que supera el medio kilómetro, mientras que su anchura se sitúa en torno a los 50 metros.

Son numerosas las dolinas de valle existentes en las vertientes meridionales de las Cuerdas Guillimona-Buitre y la combinación de estas formas con las dolinas de vertiente ha dado lugar a la aparición de un extenso *campo de dolinas* organizado por la tectónica.

Existen otros campos de dolinas de menor control estructural al no presentar una ordenación clara, que se sitúan en el extremo suroccidental de la Cuerda de Guillimona. A diferencia de las anteriores estas formas son profundas ya que se corresponden con dolinas en embudo y funcionan como nichos de nivación durante parte del invierno; y quizás como describe Pezzi (1977) en S.<sup>a</sup> Mágina, son producto también aquí de la evolución de pequeñas dolinas de pozo de nieve.

Un aspecto aún no mencionado pero que llama poderosamente la atención al observar el esquema morfológico confeccionado a partir de la fotografía aérea, es la gran cantidad de cauces existentes, y sobre todo que las dolinas se instalen «casi siempre» sobre ellos; dicho de otra manera, la mayoría de las dolinas se encuentran en la actualidad capturadas por la red de drenaje. Como apunta Gutiérrez Elorza y Peña Monne (1979) para el karst de la Sierra de Albarracín, en Guillimona la captura de igual modo es debida a la acción erosiva remontante de las aguas y lleva consigo, por un lado, la evacuación de las arcillas de descalcificación de los fondos de las dolinas, y por otro, la unión o coalescencia de varias formas. La captura indica una karstificación de edad muy antigua, pero más aún por el hecho de que los barrancos siguen constituyendo valles secos sin funcionalidad.

### c) *Las uvalas*

La fase de madurez en la que se encuentra el proceso karstico ha dado lugar a la aparición de numerosas uvalas, consecuencia de que las dolinas han evolucionado con mayor rapidez en superficie que en profundidad y de que se está ante la presencia de un karst pluvial.

Las uvalas al resultar de la coalescencia de dos o más dolinas tienen formas irregulares y algunas de ellas muestran testigos de los umbrales de separación anteriores, antes de llegar a constituir una sola forma de absorción. Las uvalas en la Sierra de Guillimona se reparten por toda la superficie karstica y al resultar siempre de la unión de dolinas en artesa, presentan las mismas características que aquéllas, excepto sus dimensiones que son

del orden de los 600-200 m. de longitud por 300-150 m. de anchura.

#### d) *Los poljes*

Tres son las formas kársticas que por sus dimensiones y características pueden catalogarse como poljes.

Según la clasificación ya clásica que CVIJIC (1918) hace de los poljes atendiendo a su estructura, en Guillimona encontramos un «polje falla», un «polje sinclinal», y un tercero que combina ambos elementos tectónicos, pues presenta una estructura sinclinal acompañada de fallas. Los mejores ejemplos son los dos primeros y por tanto son ellos los que merecen la atención.

«*El polje de Nablanca*» localizado en el sector oriental y que se corresponde desde el punto de vista estructural con un «polje falla», tiene una longitud aproximada de casi 3.000 m. por una anchura máxima de 1.000 m., aunque su anchura media puede estimarse en unos 300 m.

La depresión de Nablanca aún hoy permanece cerrada por todos sus flancos, aunque está muy próxima su captura por erosión remontante tanto por el sector nororiental como por el suroriental. Tiene una dirección totalmente meridiana N-S por coincidir con la misma dirección de una gran falla normal que lo flanquea por el oeste y que le marca su orientación. El sector más deprimido se localiza a 1.520 m. y sus bordes N y S a 1.570 y 1.550 m., respectivamente; sus flancos E y W presentan mayores altitudes, el oriental se sitúa a 1.620 m. y el occidental a 1.700 m., lo cual marca un desnivel máximo de 180 m. Constituye por tanto un polje disimétrico con un flanco oeste muy abrupto por hundimiento del labio oriental de la falla.

El fondo del polje presenta una superficie subhorizontal pero se encuentra salpicado de «hums» o restos rocosos de los antiguos umbrales de separación entre dolinas que aún no han sido desmantelados en su totalidad por los procesos erosivos y que se encuentran disectados por lapiaces. Como es característica de este tipo de poljes, varios ponors o sumideros se abren al pie de estas áreas rocosas, hecho que se explica con facilidad ya que se corresponderían con los puntos de absorción de las antiguas dolinas y que actualmente quedan colgados respecto al nivel de base principal.

Desde un punto de vista hidrológico el polje de Nablanca puede considerarse como un polje seco, pero hasta hace relativamente poco tiempo ha debido funcionar como un polje inundado recurrentemente; la presencia de terra rossa, aluviones y arcillas lacustres en sus fondos así lo atestiguan.

Existen también otros elementos sobreimpuestos al polje y por tanto de edad posterior, como son una serie de conos de derrubios que se han formado tan sólo en el flanco oriental, ya que el flanco W por tener un talud de elevada pendiente y escasa longitud no ofrece las condiciones necesarias para la formación de estos depósitos. Los conos muestran como característica la ausencia por lo general de material grosero y poco rodado como es habitual en este tipo de formaciones. La facies que se

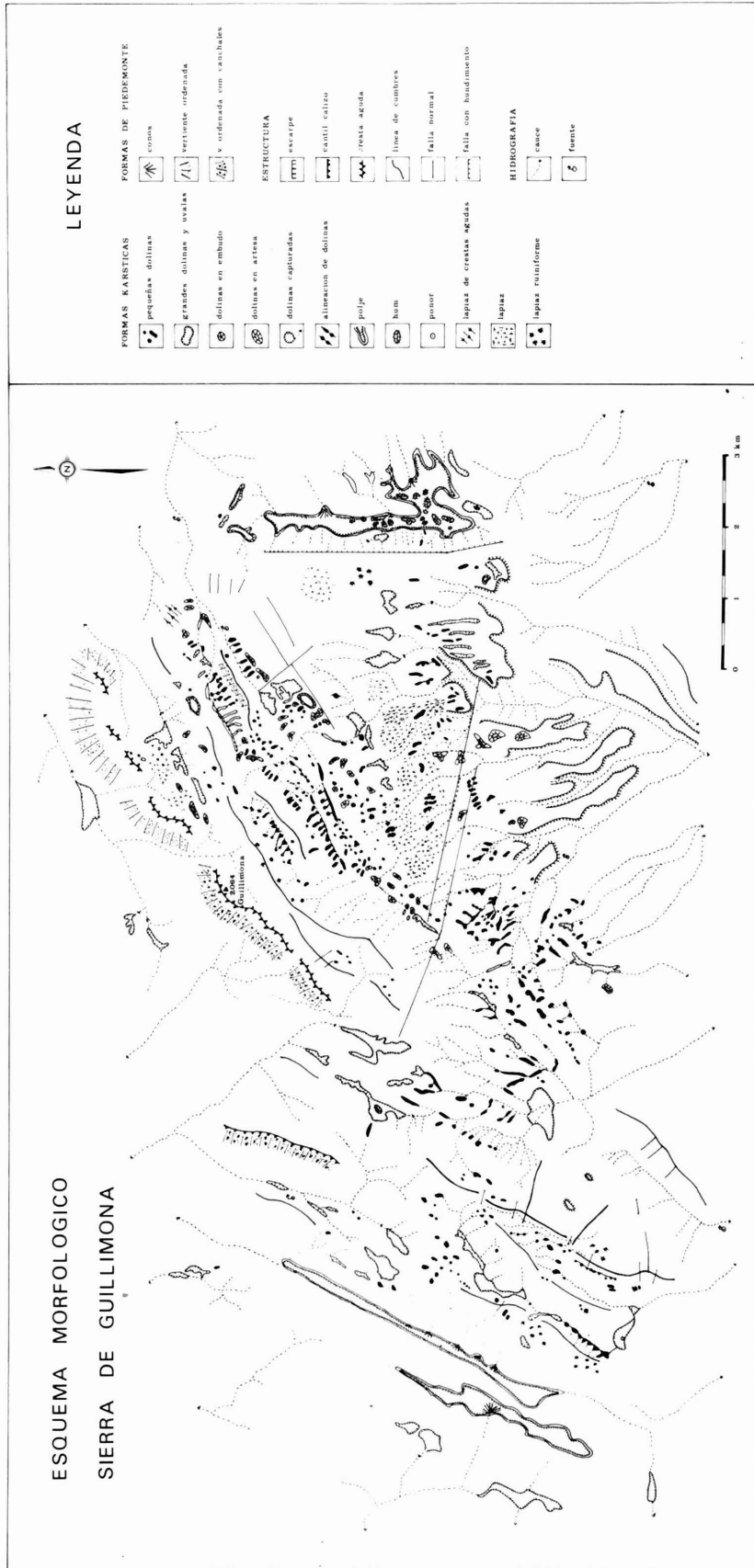
observa es muy fina, arenosa y arcillosa; las arenas provienen del material original que ha sido erosionado y las arcillas, de fondos de las dolinas que situadas a un nivel superior del polje han sido capturadas siendo sus depósitos desmantelados por los pequeños cauces y arrastrados con posterioridad hasta los bordes de la gran depresión. Estas dolinas que hoy han sido capturadas y que se sitúan en el flanco oriental del polje podrían corresponderse con lo que Lhenaff (1975) llama «superficies de erosión kárstica escalonada», es decir se trataría de un posible nivel superior del polje; Pezzi (1977) en los poljes de Sierra de Cabra habla también de dos posibles niveles de karstificación.

El polje clasificado como polje sinclinal y al que hemos dado el nombre de «*polje de los pastores*», al haber dos fuentes próximas con este nombre y no existir ningún paraje cercano que reciba denominación particular, se sitúa al W de la Sierra Guillimona y se localiza una vez atravesado el puerto de La Sagra en la margen izquierda de la carretera que va en dirección a Santiago de la Espada.

Presenta una forma sumamente alargada en comparación con su anchura (4.200 m. x 200 m. como término medio), debido a la estructura sinclinal que lo ha configurado.

Los sinclinales tienen de por sí una estructura favorable a la instalación de formas kársticas y sobre todo si el sinclinal es simétrico, como es este caso, ya que ambos flancos tienen un buzamiento entre 20-30°. Después de la fase tectónica el sinclinal se convierte en un valle o una cuenca existiendo desde el comienzo de la karstificación una concentración del drenaje tanto subaéreo como subterráneo hacia el eje del sinclinal. En el polje de los pastores faltan por completo los hums, debido a que la génesis de este polje no ha sido por karstificación de una falla y coalescencia de varias dolinas como en el caso anterior, sino que desde el principio sólo hubo una gran forma kárstica; por otra parte tampoco son visibles aquí los ponors, aunque deben de existir bajo la cubierta de sedimentos arcillosos, pues la concentración del drenaje superficial va acompañada de la evacuación de los sedimentos hacia los puntos más bajos de la depresión, lugares donde teóricamente deben de estar los sumideros, pero que se encuentran obstruidos por estos mismos depósitos. Consecuencia de todo ello es que este polje se inunda con más facilidad que el analizado anteriormente, y aunque sean escasas las lluvias, tras ellas queda encharcado en su sector más deprimido. La duración del agua estancada está en función de la cantidad de lluvias y de la época del año en la que se produzca la precipitación. Este polje hidrológicamente hablando corresponde al tipo de polje «inundado recurrentemente».

Una característica que apunta Nicod (1969) y que es posible observar con facilidad al comparar los dos poljes estudiados «Nablanca» y «Los Pastores», es la distinta evolución que alcanzan ambos poljes. Los poljes sinclinales aunque estén predispuestos desde un principio a la formación de una cuenca, nunca llegan a alcanzar el desarrollo y profundización que pueden llegar a tener los



poljes falla ante la explotación de las líneas de debilidad por corrosión. De hecho en el polje de Nablanca había un desnivel máximo entre el fondo del polje y el flanco W de 180 m., mientras que el polje sinclinal de Los Pastores apenas alcanza los 70 m., pues se instala a 1.680 m. de altitud y los relieves circundantes que lo enmarcan se sitúan a 1.740 m.

Una característica común es la presencia también aquí de interesantes conos de deyección sobreimpuestos en el flanco oriental del polje de los pastores, pero en este caso de la facies grosera que les es particular.

Este polje aunque calificado de «recurrente» por acumularse aguas en el de forma temporal, ya ha sido capturado por sus bordes N y S aunque ayudado por pequeños canales de drenaje artificiales.

Respecto a la actividad que ambos poljes presentan, el polje de Nablanca es un polje seco y como se apuntó anteriormente, próximo a ser capturado en superficie con niveles piezométricos bajos y con escasas posibilidades de continuar su desarrollo en profundidad. El polje de Los Pastores litológicamente presenta mayores posibilidades de excavación pero la captura de los ríos epígeos por ambos bordes se lo impedirán.

### VIII. Evolución geomorfológica

La configuración actual de la Sierra Guillimona data del Mioceno Medio-Superior. En el Mioceno Medio tuvo lugar una fase de plegamiento que lleva consigo la formación de fracturas singénicas, y casi al mismo tiempo se debieron de producir las últimas fases de la traslación de materiales subbéticos. Posteriormente en el Mioceno Superior se produjo un levantamiento general de la región, de gran importancia, como lo demuestra la existencia en la cumbre de Guillimona (2.058 m.), de materiales marinos helvecienses, y como consecuencia una nueva actuación de las fallas normales, algunas de las cuales originaron fosas tectónicas, como la que ha servido de resguardo a la erosión de los materiales subbéticos cabalgantes y aquella otra que ha condicionado la formación del polje de Nablanca.

Una vez organizado el relieve de Guillimona, los procesos de karstificación debieron empezar a producirse inmediatamente ya que la erosión no tuvo necesidad de exhumar las rocas carbonatadas. Por tanto el aspecto fuertemente degradado que nos ofrece hoy día este karst se justifica por su larga evolución en el tiempo.

Establecer una cronología detallada de las distintas formas que se conservan en la actualidad, es el problema que se plantea a todo aquel que lo intenta y como dice Vaumas (1972) tan solo es posible hacer algunas aproximaciones.

Durante el dilatado período que ocupa el Villafranchiense y con una fase de erosión activa, ante la presencia de un clima cálido y húmedo favorable a la disolución química y desarrollo de suelos y vegetación, se empezarían a formar las grandes depresiones kársticas, en aquellos lugares en donde la configuración del relieve y

la litología ofrecieran las condiciones idóneas, es decir los sinclinales y la fosa tectónica carbonatada de Nablanca, pues la fosa tectónica que flanquea Guillimona por el norte se encuentra rellena de margas triásicas. De esta misma época dataría una primera organización de drenaje sobre los valles hoy karstificados instalados sobre líneas de fracturas y paralelos unos a otros. Organización que una vez avanzada la karstificación se destruiría y se instalarían rosarios de dolinas.

El cambio de clima al que Guillimona estuvo sometido en las épocas frías del Cuaternario, especialmente durante los últimos períodos fríos se vio acompañado como es lógico de un cambio en el sistema morfo-genético actuante. El frío y en particular el hielo serían ahora los elementos predominantes; la vegetación sería degradada, los suelos erosionados y la gelifración el principal proceso de modelado. Por la presencia de nieve e hielo tendría lugar la formación de las dolinas en embudo, de las que aún quedan restos en las partes más altas, y la profundización de las distintas depresiones, así como la formación de una red subterránea de conductos y cavidades. Sin embargo, los efectos de la gelifración debieron de predominar sobre los de disolución, así se formaron las vertientes ordenadas y depósitos de canchales de gran desarrollo en la vertiente septentrional de Guillimona y el relleno por gelifración de fondos y vertientes de dolinas, así como de cauces fluviales secos. La obturación de los ponors, tanto en dolinas como en formas mayores dio lugar a la aparición de pequeñas lagunas con sus consiguientes depósitos lacustres que hoy son posibles de observar. Al mismo tiempo los lapiaces cubiertos quedarían exhumados y sobre las superficies desnudas se formarían lapiaces superficiales.

Tras los máximos fríos cuando el periglaciario dejara de actuar como factor predominante, tendría lugar una nueva remodelación de la morfología, las formas kársticas ante la presencia de agua de fusión, en particular las más elevadas, continuarían profundizándose, pero pronto toda la morfología habría de adaptarse a un karst pluvial con dolinas de fondos planos rellenas de arcillas de descalcificación; la destrucción de los umbrales de separación entre varias formas daría lugar a la comunicación entre ellas y la constitución de otras más grandes de contornos irregulares. Por fin, la evolución última del karst de Guillimona, habría sido la destrucción del lapiaz y la captura de formas cerradas por erosión remontante de la red de drenaje actual.

Bajo las presentes condiciones morfo-genéticas los procesos actuantes tan sólo se limitan a remodelar de aspecto las formas anteriores, siendo en la mayoría de los casos negativa su actuación. El retoque periglaciario actual se ciñe casi exclusivamente a labrar gelifración y ordenar vertientes.

Por último la funcionalidad de este karst que hoy podría calificarse desde un punto de vista climático; como pluvio-nival está fuera de toda duda, ya que actualmente la disolución sigue siendo importante gracias a las precipitaciones que por su altitud recibe y a la presencia en

algunos meses al año de nieve en sus cimas. Las numerosas fuentes que en el piedemonte meridional se encuentran especialmente en el barranco de Los Agujeros, así lo atestiguan.

### Bibliografía

- ALVAREZ SUÁREZ, R. M.; DABRIO, C. J. (1974): «Análisis e interpretación sedimentaria de la Formación de Nablanca (Eoceno, Zona Prebética)». *Rev. Estudios Geológicos*, vol. XXX, pp. 619-629. Madrid.
- BIROT, P. (1966): *Le relief calcaire*. C.D.U., 283 pp. París.
- CVIJC, J. (1918): «Hydrographie souterraine et évolution morphologique du karst». *Rec. Trav. Inst. Géog. Alpine*, T. VI, pp. 375-426.
- (1960): *La Géographie des terrains calcaires*. Acad. Serbe. Sciences Arts., CCCXLI, 212 pp. Belgrado.
- DABRIO GONZÁLEZ, C. J. (1973): *Geología del sector del Alto Segura. (Zona Prebética)*. Tesis Doctoral de la Universidad de Granada n.º 28. II vol. Granada.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M.; PEÑA MONNE, J. L. (1979): «El karst de Villar del Cobo (Sierra de Albarracín)». *Rev. Estudios Geológicos*, n.º 35, pp. 651-654.
- IGME (1975): *Mapa geológico de España*, E. 1:50.000 hoja n.º 908, Santiago de la Espada. Realizado por C. J. DABRIO.
- (1979): *Mapa geológico de España*, E. 1:50.000 hoja n.º 909. Nerpio. Realizado por C. J. DABRIO y A. C. LÓPEZ GARRIDO.
- LHENAFF (1975): «Les poljes ouverts de la Sierra de Cabra (Cordilleres Bétiques)». *Rev. Cuadernos Geográficos. Univ. de Granada*. S. M. 1, pp. 85-91.
- LLOPIS LLADO, N. (1970): *Fundamentos de hidrogeología kárstica*. Edit. Blume. 269 pp. Barcelona.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1974): «El karst del Calar del Mundo (Albacete)». *Rev. Estudios Geográficos*, n.º 136, pp. 359-404. Madrid.
- NICOD, J. (1969): «Poljes karstiques de provence. Comparaison avec les poljes dinariques». *Etudes et travaux de «Méditerranée. Revue Géographique des Pays Méditerranée*, pp. 53-75.
- PEZZI, M. C. (1975): «Algunas observaciones sobre sistemas morfoclimáticos y karst en las Cordilleras Béticas». *Cuadernos Geográficos. Univ. de Granada*. S. M. 1, pp. 59-83.
- (1977): *Morfología kárstica del sector central de la Cordillera Subbética*. Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada. Serie monográfica n.º 2, 288 pp. Granada.
- SWEETING, M. M. (1973): *Karst Landforms*. The Macmillan Press, 362 pp. Londres.