

EL PAISAJE FISICO Y LA MORFOLOGIA DEL VALLE DEL RIO MONACHIL. (Sierra Nevada)

María Elena MARTIN-VIVALDI CABALLERO (*)

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio de los distintos aspectos físicos que configuran el paisaje del valle del río Monachil, extendiéndose más en el análisis de su morfología dado el interés que revisten esta cuenca las formas de relieve debidas tanto al clima reinante durante el Cuaternario, como al actual.

Por tanto, dedicamos la primera parte al estudio de la topografía, estructura geológica, caracteres climáticos, vegetación, suelos e hidrografía del valle del río Monachil y la segunda, a la descripción de su morfología fluvial, kárstica, glacial y periglacial.

RESUME

L'article ci-dessous présente une étude des différents aspects physiques configurant le paysage de la vallée du fleure Monachil. L'étude envisage tout particulièrement l'analyse de la morphologie, étant donné l'intérêt des formes de relief de ce bassin, en raison du climat dominant au cours de l'ère quaternaire, comme dans l'actualité.

La première partie est consacrée à la topographie, structure géologique, caractères climatiques, végétation, sols et hydrographie de la vallée du fleure Monachil, et la seconde, à la description de sa morphologie fluviale, karstique, glaciaire et périglaciaire.

I. INTRODUCCION

La cuenca del río Monachil se encuentra situada en la vertiente noroccidental de Sierra Nevada (cordilleras Béticas). Tiene una extensión superficial de 90,3 Km². y sus límites coinciden con los del término municipal de Monachil, comprendido geográficamente entre los 37° 3', 3'', y los 37° 8', 50'', de latitud Norte y los 0° 7', 00'', y 0° 19', 30'', al Este de Madrid. Dicha cuenca hidrográfica se encuentra delimitada al E. por el término municipal de Güéjar Sierra que también lo delimita por el N. junto con los de Pinos Genil y Huétor Vega. El límite occidental viene determinado por los términos municipales de Cájar y la Zubia; finalmente al S., el borde N. del término municipal de Dílar separa la cuenca del Monachil de la del río Dílar.

II. CARACTERISTICAS FISICAS DEL VALLE DEL RIO MONACHIL

A) El relieve

1.-*Topografía.* Situado en la zona central de la provincia de Granada, al SE. de la capital, el valle del río Monachil pertenece al área noroeste de Sierra Ne-

(*) Departamento de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Univ. de Granada.

vada constituida además por los municipios de Dílar, Dúdar, Güéjar Sierra, Pinos Genil y Quéntar.

Topográficamente la cuenca del Monachil es una zona accidentada. El 98% del territorio se encuentra por encima de los 800 m. de altitud, estando el 8,84% de la cuenca comprendido entre los 1.400-1.500 m. Más de un 30% de la superficie se encuentra entre los 1.400-1.800 de altitud, mientras que más de un 65% está entre los 800-1.900 m. de altura.

Las pendientes existentes superan en ocasiones los 35° de desnivel. Ello es debido a que desde el Veleta a 3.398 m. de altitud y hasta la Vega del Genil a más de 700 m., esta cuenca ha de salvar un desnivel de más de 2.600 m.

Dentro de los 90,3 Km². de superficie que ocupa la cuenca del río Monachil, las máximas pendientes (35° a 39,9°) las encontramos fundamentalmente en el área perteneciente al conjunto estructural y litológico del Complejo Alpujarride del Sistema Bético s. str. (Trevenque 2.976 m., Cerro de los Poyos de Monachil 1.882 m., los Cahorros, etc.), donde los materiales que lo componen (calizas y dolomías fundamentalmente) dan lugar a formas puntiagudas, con acusados desniveles que contrastan con los existentes en áreas más altas en las que, salvo pequeños islotes, la mayor parte del terreno oscila entre los 15° y los 25° de desnivel; aquí los materiales (fundamentalmente micasquistos) relativamente blandos, dan lugar a formas alomadas.

Las partes mas bajas de la cuenca, ocupada por terrenos neógenos y cuaternarios presentan progresivamente áreas de menor pendiente.

2.—*Contexto geológico.* El río Monachil y su cuenca pertenecen por completo a las Cordilleras Béticas; parte a la Bética s. str., parte al borde sudoriental de una de sus depresiones interiores, la de Granada.

Las Cordilleras Béticas en general, así como la Bética s. str. en particular han sido desde antiguo profundamente estudiadas en lo que a su geología se refiere. Aún más, Sierra Nevada, situada en el centro de esta última no ha dejado de ser desde hace años objeto de estudio por parte de diferentes investigadores, tanto españoles como extranjeros (Fallot, Blumenthal, Egeler y Simón, Solé Sabaris, Fontboté y sus discípulos, etc., etc.).

A grandes rasgos se distinguen tres unidades o complejos, cada uno de los cuales aparece subdividido a su vez en unidades o series diferentes. Los tres grandes complejos, del más profundo al más supercicial, son los siguientes: Complejo Nevado-Filábride, Complejo Alpujarride y Complejo Maláguide.

Los dos primeros se hallan presentes en la cuenca del río Monachil.

Partiendo de la cabecera del río, toda la zona ocupada aproximadamente por la ladera del Veleta, Peñones de San Francisco, Borreguiles del Monachil, Pradolano, Loma de Dílar y Barrancos de Prados del Aire y Manuel Cazar, forma parte del Complejo Nevado-Filabride que constituye el núcleo cristalino de Sierra Nevada y está formado por la mayor parte de las rocas que han sufrido un metamorfismo regional de edad alpina.

Estas rocas presentan un cierto número de unidades tectónicas independientes que comportan un zócalo pre-permo-triásico y una cobertera permotriásica y quizás más reciente (Egeler y Simón, 1969).

Las unidades de este complejo que aparecen en la cuenca del Monachil son las de Las Yeguas, San Francisco, La Caldera y Las Sabinas. La Unidad de Las Yeguas pertenece al manto del Veleta, compuesto por materiales precámbricos y paleozoicos como las serpentinitas y anfibolitas y por otros materiales permotriásicos, como las cuarcitas feldespáticas y los micasquistos grafitosos con cloritoide y biotita. Las Unidades de San Francisco, La Caldera y Las Sabinas, componen el manto del Mulhacén cuyos materiales, tan antiguos como los anteriores, son fundamentalmente micasquistos con distena y estaurilita, grafitosos, granatíferos, apareciendo también mármoles cipolínicos, filitas, etc. En la Unidad de Las Sabinas, antes llamada *Mischngszone* (Brouwer, 1926) se distinguen dos tramos: el inferior, compuesto por micasquistos, cuarcitas y anfibolitas; y el superior, con gran preponderancia de mármoles y gneises así como serpentinitas. Esta composición actual refleja una participación importante de rocas volcánicas y subvolcánicas, básicas y ácidas. Por efecto del metamorfismo regional las ácidas originaron los gneises y las básicas las anfibolitas.

El Complejo Alpujárride se halla ampliamente representado en la cuenca del río Monachil. Está compuesto por micasquistos del Paleozoico Inferior y/o Precámbrico, filitas y micasquistos del Paleozoico Inferior y una potente formación de calizas y dolomías del Trias Medio Superior.

Las diferentes unidades de este Complejo que aparecen en el área de estudio son, la Unidad del manto de Las Víboras y la Unidad del manto del Trevenque (Gallegos, 1971, Arana y Gallegos 1971). Ambas unidades se asientan sobre una base de filitas y cuarcitas grises y azuladas del Pérmico y Werfenense, sobre la que aparece un gran volumen de calizas tableadas con calcosquistos y calizas margosas triásicas, en la Unidad de las Víboras, mientras que en la Unidad del Trevenque los materiales triásicos son fundamentalmente calizas, calizodolomías masivas y tableadas, dolomías y mármoles dolomíticos. La Unidad del manto del

Trevenque se extiende por el pico del Trevenque, pico de la Carne, Cerro Gordo, la Silleta, Dornajo, Cerro de la Cortichuela, etc. La Unidad del manto de la Víboras aparece en la zona del Cerrajón, los Cahorros, y los Poyos del Monachil.

Una vez que abandonamos el Trias Alpujárride y hasta su desembocadura en el río Genil, en la Vega de Granada, el Monachil atraviesa un área de terrenos neógenos y cuaternarios. Dentro de los primeros encontramos una formación detrítica de fina granulometría y débiles trazas de cementación caliza, perteneciente al Tortonense Inferior, sobre la que descansa la formación molásica del Tortonense Medio, con una potencia de unos 100 m. una granulometría más grosera y una mayor cementación. El tramo superior de las molasas pasa gradualmente a una formación de margas azules. Esta etapa que generó las molasas fué el anuncio de una fase tectónica del final del Tortonense en que se produjo un gran cambio provocado por la elevación intensa de la Sierra, debido a un pliegue de fondo; fase seguida hasta hoy por el funcionamiento póstumo de las fallas. De esta etapa es característica la "Blockformation" acumulación de grandes bloques, a veces de varios metros cúbicos, compuestos fundamentalmente de micasquitos envueltos en una matriz limo-arcillosa de coloración heterogénea, frecuentemente rojiza.

En el Plioceno, la emigración de las profundidades de la Depresión de Granada hacia el borde Subbético, priva casi totalmente a la vertiente de Sierra Nevada de materiales. Sólo de manera dudosa puede atribuirse a este periodo la formación detrítica que se interpone entre la "Blockformation" y los Conglomerados de la Alhambra pertenecientes al Villafranquiense.

Finalmente y hasta desembocar en el Genil, el río Monachil recorre parte de la depresión de Granada. Esta hoya se delimitó en el Vindoboniense dentro del surco intrabético existente ya en el Oligoceno o Mioceno Inferior y se terminó de configurar a finales del Mioceno mostrándose ya como una cuenca cerrada de carácter continental, a consecuencia de lo cual hay un cambio en la sedimentación que va a pasar de marítima a continental. El paso del Plioceno al Cuaternario lo marca una importante crisis erosiva que corresponde al Villafranquiense, en la que podría situarse el momento culminante del relleno de la depresión, sucediéndose posteriormente un progresivo hundimiento y vaciado de la cuenca, un rebajamiento del nivel inicial mediante sucesivos excavados y nuevas acumulaciones. Entre ellas, destacan los conglomerados de la Alhambra cuyos materiales proceden tanto del núcleo de Sierra Nevada, como del cinturón Alpujárride y de las formaciones detríticas preexistentes; siendo la formación cuaternaria más reciente y significativa de la Depresión de Granada, la constituida por la extensa

llanura aluvial. Sin embargo, la tectónica cuaternaria es también importante y se manifiesta a través de una subsidencia general de la zona interna de la Depresión, que daría lugar a una serie de líneas de fractura y a una desnivelación de las formaciones cuaternarias, como demuestran en primer lugar, las líneas de falla existentes y en segundo lugar, la elevación en el centro de la cuenca de una masa de arcillas yesosas de forma diapírica (C. Ocaña, 1974).

B) El clima

A la hora de intentar realizar una caracterización climática de la cuenca del río Monachil, surge el grave problema de la falta de datos debido a que actualmente no existe en toda Sierra Nevada una estación meteorológica completa que funcione. La estación situada en el Albergue Universitario estuvo recogiendo datos durante cinco años, lo que resulta un periodo insuficiente. Por otro lado existen diferentes estaciones pluviométricas que cubren la zona que nos ocupa, aunque hay una gran irregularidad en sus periodos de observaciones, ausencia de lecturas diarias, años incompletos, etc. A pesar de ello hemos intentado sacar el máximo partido de los datos existentes, para lo cual nos han ayudado mucho las distintas apreciaciones que sobre el tema han realizado algunos investigadores, en sus trabajos sobre diferentes aspectos del paisaje de Sierra Nevada y de la cuenca del río Monachil.

1.-Caracteres generales. Para hablar del clima de la cuenca del Monachil hay que tener en cuenta una serie de factores determinantes como son la altitud, latitud, diferencia entre el día y la noche, etc.

La altitud determina diferencias climáticas muy acusadas entre las zonas más bajas situadas entre los 700-800 m. y las partes más altas, por encima de los 3.000 m. de altura. La baja latitud de la zona hace que el clima a pesar de su crudeza, sea más agradable aquí que en otras montañas que alcanzan alturas similares pero situadas a más latitud.

La característica primordial del clima de la cuenca del río Monachil viene determinada por la variación que supone la diferencia altitudinal existente en la zona desde sus partes más bajas a las más elevadas. Ello da lugar a que existan dos tipos de clima:

- Uno, que caracteriza el área más alta donde aparece un clima continental de montaña cuyas características principales son:
 - Temperatura media anual muy baja.

- Precipitaciones abundantes, en su mayoría en forma de nieve entre los meses de Octubre y Marzo.
 - Sequía estival.
 - Oscilación térmica acusada, tanto diaria como anual.
 - Existencia de fuertes vientos.
- Otro, que se acerca a los caracteres del clima de la Depresión de Granada con:
- Temperatura media anual en torno a los 15°C.
 - Inviernos largos y fríos.
 - Veranos largos y calurosos.
 - Estaciones intermedias, cortas y poco sensibles.
 - Precipitaciones medias en torno a los 500 mm., rara vez en forma de nieve.
 - Elevado porcentaje de periodos de calma en cuanto a vientos.

Entre ambos tipos de clima vamos a encontrar una gradación que viene dada por la disminución de las temperaturas, aumento de las precipitaciones y de su estado, así como de los vientos, consecuencia todo ello de la creciente altitud.

2.—*Temperatura.* Insistiendo de nuevo en la dificultad que supone hacer cualquier tipo de consideración general, dado el corto periodo de observaciones térmicas con que contamos, pasamos a comparar las temperaturas de la Estación Meteorológica del Albergue Universitario (periodo 1973-77), situado a 2.500 m. de altura en la cuenca del Monachil, con las del Observatorio Meteorológico de Cartuja (periodo 1962-76), en Granada capital a 774 m de altitud. (Cuadro 1).

Se puede observar la gran diferencia en cuanto a la temperatura media anual. Sin embargo, la amplitud térmica anual, acusada, no alcanza apenas un grado de diferencia entre ambas estaciones, lo que pone de relieve la continentalidad de la zona.

El régimen térmico anual pone de manifiesto la existencia de un invierno largo y riguroso; en Granada, los meses de Noviembre a Marzo son fríos y en el Albergue Universitario sólo Julio y Agosto rebasan los 10°C. de temperatura media, existiendo cinco meses con temperatura media inferior a 0°C. Las bajas temperaturas invernales colaboran a la existencia de abundantes precipitaciones nevadas en el Albergue Universitario y a que haya frecuentes heladas tanto en Granada como en Sierra Nevada (donde incluso son frecuentes las olas de frío en verano). Por su parte, los máximos térmicos se dan en los meses de verano (Agosto en Granada y Julio en el Albergue Universitario). Destaca claramente el carácter largo y caluroso del verano de Granada, frente a la suavidad y corta

Cuadro nº. 1

TEMPERATURAS MEDIAS COMPARADAS °C

Población	Granada	Monachil
Estación	Cartuja	Albergue Universitario
Altitud	774 m.	2.500 m.
Periodo	1962-76	1973-77
Enero	8	-3,0
Febrero	9,4	-4,2
Marzo	10,5	-2,9
Abril	13,7	-0,9
Mayo	17,1	4,1
Junio	20,8	8,1
Julio	23,5	13,3
Agosto	24,1	13,0
Septiembre	20,5	9,1
Octubre	15,6	3,7
Noviembre	10,5	0,8
Diciembre	7,4	-1,6
Media anual	15,-	3,29
Amplitud térmica	16,7	17,5

duración del serrano, donde más que verano, podemos ver que la primavera climática se desplaza hacia el estío.

Las estaciones intermedias son muy cortas en ambas estaciones meteorológicas, sobre todo en Sierra Nevada. En Granada el otoño aparece más definido, con temperaturas suaves.

Analizando los valores extremos de las temperaturas en el área de cumbres, de cara al conocimiento de fenómenos periglaciares, así como el tanto por ciento de soleamiento para cada mes del año, se pone de manifiesto cómo las temperaturas mínimas absolutas que alcanzan una media de $-15,5^{\circ}\text{C}$, revelan la existencia de heladas a lo largo de todo el año. La crudeza del invierno, se observa sobre todo en el bajo nivel de las temperaturas mínimas medias que oscilan entre los $-2'2^{\circ}$ de Octubre y los $-7'5^{\circ}$ de Febrero. Los valores extremos absolutos tienen lugar en los meses estivales (Junio $20'4^{\circ}$, Julio $23'1^{\circ}$ y Agosto $23'2^{\circ}$), cifras que manifiestan la suavidad del verano, estación que por otro lado recibe una intensa insolación y un porcentaje importante de soleamiento con un 50,5%, un 82,5% y un 89% en Junio, Julio y Agosto respectivamente. Los tibios valores de

las temperaturas, no revelan la cantidad de sol recibida, debido a la intensa oscilación diaria que suaviza el calor del verano por el rápido descenso de la temperatura durante la noche. (Datos, G. Rosell y Pezzi C., 1978).

3.—Precipitaciones. Considerada en su conjunto, Sierra Nevada es un área montañosa de gran pluviosidad, recibiendo en general más de 1.000 litros anuales en forma líquida y sólida. Estas lluvias están desigualmente distribuidas tanto en el espacio como en el tiempo.

La cuenca de Monachil por su situación noroccidental dentro de la Sierra, se va a ver favorecida por la incidencia de los vientos del O. que, desde la Depresión Bética van a incidir en Sierra Nevada y con su carga de humedad dan lugar a abundantes precipitaciones; así como por los vientos del N. que favorecerán el aumento de las precipitaciones nivosas. No obstante hay que recordar que el desnivel altitudinal existente de un extremo a otro de la cuenca va a modificar la cantidad de precipitación recibida.

Para el estudio de las precipitaciones de la cuenca del río Monachil contamos con tres estaciones pluviométricas: Albergue Universitario a 2.500 m. de altitud, Central de Díchar a 1.300 m. y la estación del pueblo de Monachil a 811 m. La desigualdad existente entre los distintos periodos de observaciones con que cuenta cada una de dichas estaciones dificulta bastante el trabajo, si bien hemos tratado de homogeneizar los datos lo mejor posible, completando la información con la aportación de las observaciones de otras dos estaciones pluviométricas cercanas a la cuenca del Monachil: la del pueblo de Güéjar Sierra situada a 1.008 m. de altitud y la de Cartuja en Granada capital a 774 m. (Cuadro 2).

Podemos observar que existe un aumento de la pluviosidad media anual conforme ascendemos en altitud. La baja latitud de la zona hace que la altura modifique más las precipitaciones que en otras montañas situadas a una latitud mayor. Por otro lado destaca la sequía estival. Las mayores precipitaciones corresponden en general al invierno, variando el mes más lluvioso dentro del mismo según la orientación de las distintas estaciones pluviométricas consideradas. (Fig. 1).

Los regímenes del Albergue Universitario y de la Central de Díchar pueden servirnos como índice de lo que sucede en las zonas alta y media de la cuenca del Monachil. Las lluvias se inician con el otoño, siguen y alcanzan su máximo en invierno para continuar hasta la primavera, apareciendo posteriormente la gran sequía del verano. Si agrupamos estacionalmente el volumen de precipitaciones de estas dos estaciones pluviométricas (Cuadro 3), cabe observar cómo siendo mayor el volumen total de las precipitaciones caídas a 2.500 m. (Albergue Uni-

PAISAJE FISICO Y MORFOLOGIA DEL RIO MONACHIL

Cuadro n.º. 2

PRECIPITACIONES MEDIAS COMPARADAS

Población	Granada	Monachil	Monachil	Güéjar Sierra	Monachil
Estación	La Cartuja	Monachil	Diéchar	Güéjar Sierra	Alb. Univers.
Altitud	774 m.	811 m.	1.300 m.	1.088 m.	2.500 m.
Período	1962-76	1960-77	1961-70	1955-65	1960-77
Enero	52,6	57,58	97,61	72,23	121,51
Febrero	60,6	59,57	126,49	83,61	95,11
Marzo	53,5	64,22	63,34	80,15	82,35
Abril	42,3	42,98	50,04	58,41	62,29
Mayo	34,8	33,41	27,9	37,64	49,62
Junio	21,1	23,01	21,87	17,86	38,78
Julio	1,4	0,98	0,75	1,84	1,25
Agosto	4,7	1,41	1,05	2,83	3,32
Septiembre	21,6	18,73	27,63	29,45	23,6
Octubre	50,3	55,47	47,06	73,82	66,18
Noviembre	42,6	50,88	102,46	62,31	68,23
Diciembre	60,0	56,15	88,84	108,5	89,33
TOTAL mm	445,5	464,21	655,04	628,95	701,57

PLUVIOGRAMA COMPARADO

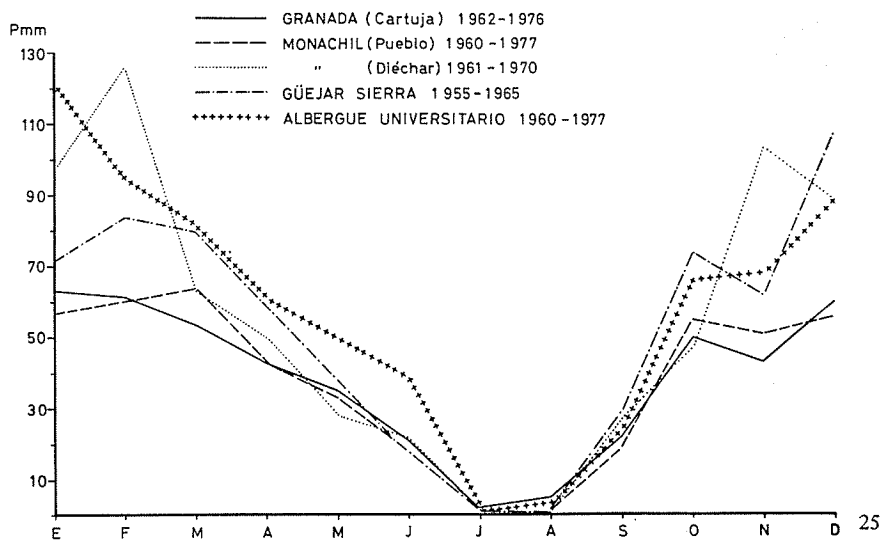


Fig. 1

versitario), el invierno recoge más lluvias en Diéchar a 1.300 m. de altitud. Este es uno de los errores a los que conduce el que la mayor parte de la precipitación invernal en las zonas más altas de la cuenca del Monachil caiga en forma de nieve; los pluviómetros se taponan con las primeras nieves y la cantidad de lluvia recogida no es real. De ahí también ese total anual de 701,57 mm., cifra pequeña, además debida al corto periodo de observaciones existente. En cuanto a las precipitaciones en forma de nieve sólo podemos analizarlas a través de los únicos cinco años de datos del Albergue Universitario con que contamos (1973-77). El resto de la información existente no especifica cuándo la precipitación caída ha sido en forma sólida. (Cuadro 4).

Cuadro n.º. 3

DISTRIBUCION ESTACIONAL DE LAS PRECIPITACIONES. MONACHIL (Dié-char) 1961-70; ALBERGUE UNIVERSITARIO 1960-77.

<u>Estación</u>	Diéchar	Albergue Universitario
<u>Altitud</u>	1.300 m.	2.500 m.
<u>Primavera</u>	141,28 mm	194,26 mm
<u>Verano</u>	23,67 mm	43,35 mm
<u>Otoño</u>	177,15 mm	158,01 mm
<u>Invierno</u>	312,94 mm	305,95 mm
<u>Año</u>	655,04 mm	701,57 mm

Cuadro n.º. 4

DISTRIBUCION DE LAS PRECIPITACIONES EN FORMA DE NIEVE (ALBERGUE UNIVERSITARIO 1.973-77).

Enero	51 días	Julio	3 días
Febrero	46 días	Agosto	5 días
Marzo	56 días	Septiembre	3 días
Abril	55 días	Octubre	24 días
Mayo	19 días	Noviembre	25 días
Junio	17 días	Diciembre	49 días

Cuya media es la siguiente:

Enero	10,2	Julio	0,6
Febrero	9,2	Agosto	1,-
Marzo	11,2	Septiembre	0,6
Abril	11,-	Octubre	4,8
Mayo	3,8	Noviembre	5,-
Junio	3,4	Diciembre	9,8

El comienzo de las nevadas se inicia en Octubre cuya temperatura media (3,7°) indica la existencia de muchos días con temperaturas inferiores a 0°C, lo que favorecerá el que las precipitaciones comiencen a ser de nieve. A partir de Febrero las temperaturas medias mensuales ascienden a la par que aumentan los días de nieve debido a la combinación de factores de viento, nubosidad, humedad atmosférica que hacen de Marzo un mes invernal. La nieve cubre de seis a nueve meses al año las áreas situadas a más de 2.000 m. de altura, no desapareciendo de algunas partes resguardadas del viento en todo el año.

La fusión nival comienza con la llegada de la primavera, que se corresponde a su vez con la etapa del aumento de la insolación y de la temperatura. Estos dos factores son más importantes en el proceso de fusión de las nieves en Sierra Nevada que en otras regiones montañosas debido a: la sequedad de los meses de verano en cuanto a precipitaciones y humedad, la gran altitud, la escasa nubosidad y la existencia de laderas descubiertas de vegetación.

4.-*Vientos*. El viento es un factor muy importante en Sierra Nevada, sobre todo en sus partes altas. Los vientos procedentes del O., que son los dominantes, junto con los del N., dan lugar a la existencia de abundantes precipitaciones y a que estas sean durante gran parte del año en forma de nieve en las áreas altas y medias de sus valles.

La importancia del viento en Sierra Nevada queda manifiesta al considerar su velocidad media anual que es de 21,2 Km/h. en la estación del Albergue Universitario, existiendo tan sólo un 39% de días de calma al año. Los vientos del O. circulan a grandes velocidades durante el invierno transportando cantidades de nieve de las caras de barlovento a las de sotavento. Si las zonas de sotavento coinciden con la umbría, el efecto del viento es doble ya que además de acumularse la nieve, ésta no desaparece en todo el año. (García Rosell y Pezzi C. 1978).

C) La vegetación.

Si para otros aspectos del paisaje de la cuenca del Monachil no existen apenas estudios, no ocurre lo mismo con su vegetación, que cuenta sobre todo con el estudio realizado por el Dr. Prieto publicado por la Universidad de Granada en 1971 por lo que remitimos a dicha publicación, presentando aquí tan sólo un brevísimo resumen.

1.-*La tundra*. Si comenzamos desde las cotas más altas (Veleta, 3.398 m. de altitud) los primeros metros del Barranco del Monachil los ocupa la vegetación de tundra también llamada frigorideserta. Dentro de la tundra existen distintas calidades de vegetación: vegetación de los tajos verticales, vegetación de los

cascajares o canchales, los borreguiles o sempervirenti herbosas y la tundra propiamente dicha o frigorideserta denominada *Festucetum clementei*. La tundra está compuesta por una gran variedad de plantas, muchas de ellas endemismos de Sierra Nevada.

2.—*La taiga*. La presencia de un cinturón de arbustos formado por sabinas, piornos y enebros determina el límite inferior de la tundra, el cual aparece de manera desigual en lo que altitud se refiere. Este piornal o sabinal o mejor dicho *aciculifruticeta*, es la variante arbustiva de la taiga arbórea que en la cuenca del Monachil no aparece, debido a que las condiciones climáticas impiden la presencia de árboles. Por ello en vez de árboles existen arbustos de hoja acicular que cumplen la misma misión y que forman una franja de gran potencia, unos 600 m., ya que empieza aproximadamente entre los 2.800–2.900 m., y llega hasta más abajo de los 2.200–2.300 m.

3.—*El bosque caducifolio*. Con la aparición de los primeros árboles de hoja caduca termina el cinturón de arbustos. El Barranco del Monachil cuenta pues con un bosque caducifolio, bosque de verano que vive al amparo en unas condiciones de humedad bastante bien fijadas que le presta el río Monachil y que no se dan en todos los valles de Sierra Nevada. Se trata del bosque denominado Solana de la Dehesa y es uno de los pocos de la provincia que se conservan en estado natural. Este bosque está compuesto de robles llamados melojos (*Quercus pyrenaica*), junto a los que viven también otro conjunto de plantas de hoja caduca que descienden altitudinalmente hasta los 2.400–2.000 m.

4.—*El bosque mediterráneo*. A partir de los 2.000 m. de altitud nos encontramos el área que en teoría debería corresponder al bosque mediterráneo, es decir al encinar. En el valle del Monachil existen encinares desde dicha altura y hasta su desembocadura sólo en aquellos lugares donde el hombre no los ha cortado. Están compuestos fundamentalmente por el *Quercus rotundifolia* (encina) y el *Quercus lusitánica* (quejigo) así como la *coscoja*. En aquellos lugares donde no hay encinares ni están ocupados por cultivos, existe un monte bajo compuesto principalmente por especies de degradación del encinar: salvias, lavandas, jaras, genistas, piornos, etc.

5.—*El Sub-barranco del Monachil*. Se denomina así el área que ocupa la cuenca del arroyo de Huenes, principal afluente del Monachil por su margen izquierda, donde se ubica el pinar aparentemente natural, más importante del centro de las Béticas. Es un pinar bien conservado, el único de Andalucía donde crece espontáneamente el pino albar (*Pinus sylvestris*, variedad *nevadensis*). Junto a los

pinos silvestres existe un conjunto de plantas muy curiosas como son los manzanos silvestres (Malus sylvestris), áceres, prunus, loniceras, salvias, etc.

D) Suelos

La litología, altitud, clima, vegetación, topografía y orientación de la zona, son los principales factores que influyen en la formación del suelo en la cuenca del Monachil, al igual que en el resto de Sierra Nevada.

Los diferentes tipos de suelos que aparecen en Sierra Nevada han sido objeto de estudio por parte de diferentes autores: Hoyos de Castro y Medina Ortega (1951), Raya (1957), Alías y Pérez Pujalte (1968), Prieto (1971), Párraga (1974), Delgado (1977), etc.

En definitiva y a grandes rasgos en la cuenca del Monachil se pueden separar cuatro zonas distintas en cuanto a suelos se refiere según litología, geomorfología, pendientes, etc.

Zona 1.- Se trata de las áreas del borde de la Depresión de Granada, las más próximas a la Vega; donde quedan retazos de aluviales antiguos y afloran masivamente las margas y limos miocenos.

Los suelos que encontramos en esta zona son:

-Fluvisoles éútricos y cálcicos, según la naturaleza del material. Los éútricos son suelos con epipedón ócrico con grado de saturación alto, no calcáreos.

-Cambisoles: suelos en los que predomina la alteración, con perfil A (B) C o bien A B C, siendo el horizonte B cámbrico.

En esta zona encontramos Cambisoles éútricos y cálcicos en los aluviales y cálcicos en margas.

-Regosoles calcáreos: suelos con epipedón ócrico, material no consolidado, calcáreos. Textura dentro del área variable de franca a arcillosa.

-Luviosoles, en zonas más antiguas. Son suelos conservados de etapas edáficas anteriores. Casi todos son cálcicos debido a recarbonataciones posteriores.

Zona 2.- Los suelos en esta area se distribuyen sobre los antiguos conos de deyección pliocuaternarios existentes en la cuenca del Monachil, así como en el sector contiguo de Dilar y Zubia. Los suelos más comunes son:

-Cambisoles cálcicos. Suelos con epipedón ócrico y horizonte cámbrico calcáreo y con horizonte Ca u horizonte cálcico subyacente. Colores generalmente par-

do-calizos y la textura más común es la franco-arcillosa; materiales originales calcáreos no consolidados.

-Regosoles calcáreos en áreas más erosivas.

-Luvisoles, en general en las superficies viejas.

-Fluvisoles, que aparecen en los meandros del río (aluviales recientes del río).

Zona 3.- Corresponde al área calizodolomítica del manto Alpujárride y está compuesta por los siguientes tipos de suelos:

-Luvisoles cálcicos. Se trata de suelos con epipedón ócrico y un horizonte argílico calcáreo a la vez que puede haber un horizonte cálcico profundo. Materiales originarios calcáreos no consolidados.

-Cambisoles calcáreos: suelos con epipedón ócrico y con horizonte cámbrico que tiende a la podsolización.

-Regosoles y Litosoles en las zonas altas y muy erosivas.

-Aparecen también pequeñas manchas de fluvisoles calcáreos que corresponden a los aluviales recientes. Suelos con sólo un epipedón ócrico, desarrollado sobre materiales calcáreos, textura muy variable.

La distribución de estos suelos con la altura coincide en general con la de Hoyos de Castro, pero por influencia del relieve puede variar, de tal manera que puede faltar algún tramo.

Zona 4.- Se trata del área silícica del Barranco de Monachil donde encontramos:

-Cambisoles eútricos y dístricos; los primeros tienen epipedón ócrico y horizonte cámbrico moderadamente saturado, pero no calcáreo. Los cambisoles dístricos son suelos con epipedón ócrico y horizonte cámbrico, grado de saturación bajo. Estos suelos pueden mostrar señales de podsolización, pero no hasta el punto de que el horizonte B pueda considerarse espódico.

Ranker: suelos con epipedón úmbrico. Color pardo oscuro; domina en el área de la textura franca a franca-arenosa.

-Regosoles, dístricos fundamentalmente: sólo poseen un epipedón ócrico, material originario no consolidado, grado de saturación del complejo de cambio muy bajo.

-Litosoles.

-Fluvisoles dístricos en la zona de cauce del río.

-Otro tipo de suelos que aparecen en la zona silícica y que aún no están bien clasificados son los Histosoles, en el área de las lagunas.

Al igual que en la zona caliza existe control con la altura e influencia del relieve en esta área silícea.

D) Hidrografía

1.-Estudio descriptivo. El río Monachil nace al pié del Veleta donde hacia los 2.975 m. de altitud comienzan a aparecer una serie de filtraciones llamadas aquí "chorreras" que dan lugar a pequeños cursos de agua. A partir de los 2.600 m. el río queda ya definido en dirección NO. hasta los 2.200 m. aproximadamente, en donde toma una dirección O., que va a conservar prácticamente hasta su desembocadura en el río Genil, tras un recorrido de poco más de 26 Km. Su afluente principal, el arroyo de Huenes se encuentra en la margen izquierda; nace al pie del Trevenque y desde su nacimiento hasta el Barranco del Lobo, sigue una dirección paralela a la del río Monachil, a través de las calizas y dolomías triásicas; a partir de dicho barranco penetra en la formación miocena y chocando con las calizas de la margen izquierda cambia de dirección hacia el N. hasta su desembocadura; tiene una longitud de 13,440 Km. Otros afluentes por la margen izquierda son el Barranco de Manuel Cazar, el de Prado Redondo, el de la Mojonera, la Denesilla y el Barranco Seco, todos ellos entre dos y tres Km. de cauce y el del Pollino con 2,1 Km. de longitud. Por la margen derecha destacan los Barrancos de Prados del Aire (2,6 Km.) y del Saltillo (2,5 Km.), Barranco de las Mimbres (3,4 Km.) y Barranco de la Moraleda (3 Km.).

En cuanto a su caudal, tipo de régimen, irregularidad y variaciones estacionales del río Monachil, los hemos estudiado a través de los datos proporcionados por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, que tiene instalada una estación de aforos en Diéchar a 1.300 m. de altitud en el curso medio del cauce principal. Los datos existentes comprenden un periodo que -aunque con varias lagunas- comprende desde el año hidrológico 1.937-38 al 1.976-77.

El caudal medio de cada año medido es el siguiente:

Cuadro n^o. 5CAUDAL MEDIO EN M³/SEG. PERIODO 1937-38 a 1976-77.

1937-38	0,287	1947-48	0,528	1969-70	1,580
1938-39	0,215	1948-49	0,673	1970-71	1,056
1939-40	0,480	1949-50	1,902	1971-72	0,902
1940-41	0,682	1950-51	4,575	1972-73	0,720
1941-42	0,439	1951-52	4,918	1973-74	0,79
1943-44	2,392	1952-53	2,265	1974-75	0,551
1944-45	0,452	1961-62	0,900	1975-76	0,477
1945-46	1,069	1964-65	0,760	1976-77	1,91
1946-47	0,594	1965-66	1,041		

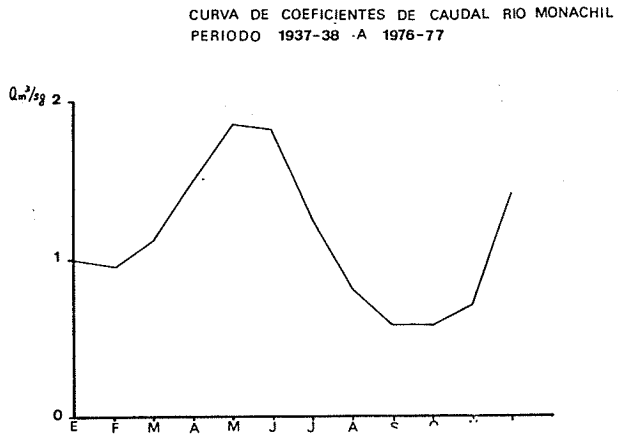
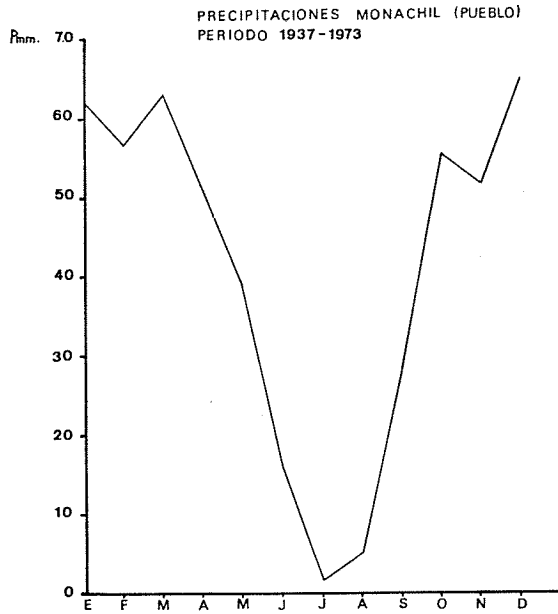
La media del periodo considerado es de 1'250 m³/seg., siendo el año más caudaloso el 1.951-52 con 4,918 m³/seg. y el de menos caudal 1.938-39 con 0,215 m³/seg. Ello nos da una irregularidad de 10,245 que nos da idea de la variabilidad del caudal medio del río.

En cuanto a las variaciones estacionales del régimen del río Monachil el cuadro n^o 6 y la figura 2 nos ilustran sobre los coeficientes de caudal. Los meses de Febrero, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre presentan coeficientes inferiores a la unidad, lo que supone un caudal inferior a la media anual. La sequía de los meses de Enero y Marzo es por otro lado también evidente; a partir de Abril comienza a aumentar el caudal del río que alcanza sus máximos en Mayo y Junio y de nuevo comienza un estiaje que no cede hasta el mes de Diciembre. Las crecidas de fin de primavera y principios de verano están relacionadas con la fusión de la nieve, junto a los aportes tormentosos de esas fechas.

Cuadro n^o. 6.COEFICIENTE DE CAUDAL RIO MONACHIL. PERIODO 1937-38 A 1976-77.

Enero	0,8	Abril	1,2	Julio	1,0	Octubre	0,4
Febrero	0,7	Mayo	1,4	Agosto	0,6	Noviembre	0,5
Marzo	0,9	Junio	1,4	Septiem	0,4	Diciembre	1,1

Si comparamos las precipitaciones recibidas con el caudal del río, podremos precisar algo más sobre el régimen del río Monachil. Tomamos los datos pluviométricos de la Estación del pueblo de Monachil, dado que no existe ninguna otra



en la cuenca que tenga un periodo de observaciones similar al de aforos. Tan sólo la estación situada en el pueblo tiene datos pluviométricos desde el año 1.937, primer año en que tenemos aforos de Monachil.

Cuadro n^o. 7.

PRECIPITACIONES MONACHIL (Pueblo). Periodo 1937-1973.

Enero	62,35 mm.	Julio	1,95 mm.
Febrero	56,98 mm.	Agosto	5,46 mm.
Marzo	63,91 mm.	Septiemb.	28,63 mm.
Abril	52,01 mm.	Octubre	55,68 mm.
Mayo	39,39 mm.	Noviembre	51,92 mm.
Junio	16,48 mm.	Diciembre	65,32 mm.

Comparando la curva de coeficientes de caudal con la de precipitaciones (Fig. 2), destaca un mínimo invernal en cuanto a caudales frente a un máximo de precipitaciones. El mínimo de caudal en invierno es debido a la retención en la cabecera de la precipitación sólida. En Mayo y Junio por el contrario las aguas de fusión dominan sobre las de lluvia, lo que es frecuente en ríos de alimentación mixta como es el Monachil, cuyo tipo de régimen se asemeja a los de carácter nivopluvial. Por otro lado, en general, los ríos con factor nival suelen ser caudalosos debido a la altitud, gran escorrentía y poca evaporación por la nieve; sin embargo, en nuestro caso aunque se trata de un curso que nace a 2.975 m. de altura y pertenece a la vertiente Atlántica, en calidad de afluente al Guadalquivir, su situación en el SE. español, le hace partícipe del escaso valor de las lluvias mediterráneas frente a las oceánicas y de una fuerte insolación a lo largo de todo el año.

2.—*Análisis cuantitativo.* Cuantitativamente siguiendo a Strahler y Horton, hemos analizado algunas de las propiedades lineales, superficiales y del relieve del río Monachil. Parte de estas mediciones están recogidas en el Cuadro n^o. 8.

Podemos ver como la relación de bifurcación así como la de longitud forman una progresión geométrica, en la que ambas van aumentando según aumenta el orden de la corriente, si bien no de manera constante variando de orden a orden; en definitiva se cumple la ley del crecimiento alométrico, pues, podemos ver cómo a medida que se van formando nuevos segmentos de primer orden, los órdenes de los segmentos siguientes van adquiriendo mayores valores (relación de bifurcación, longitud media, etc.).

Cuadro n^o. 8.

Orden de la corriente	Núm. de segmentos	Relación de Bifurcacion	Long. media segmentos - Km. Lu	Long. media acumulat. - Km. Lu	Relación de longitud. R1
	Nu	Rb	Km. Lu	Km. Lu	R1
1	424	3,59	0,424	0,424	1,577
2	118	4,53	0,669	1,093	1,723
3	26	5,2	1,153	2,246	4,683
4	5	5	5,4	7,646	1,85
5	1		10	17,647	

En las rectas de regresión (Figs. 3 y 4) se ha representado respectivamente, el número de segmentos de cauce de los distintos órdenes con el número de orden y la relación entre la longitud media (acumulada) de los segmentos de los distintos órdenes, con el número de orden.

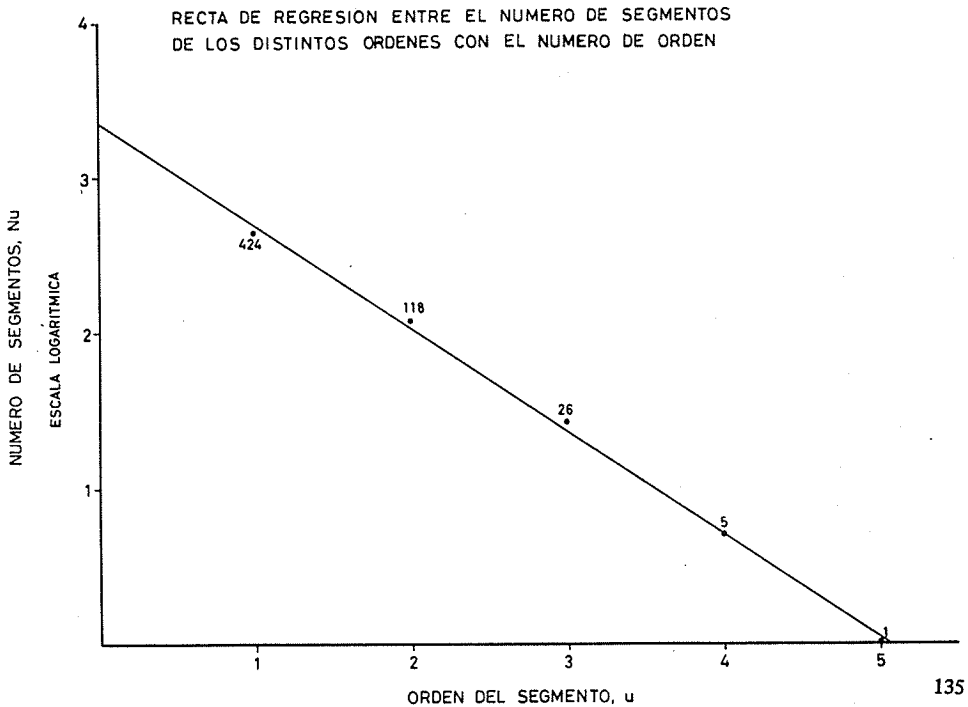
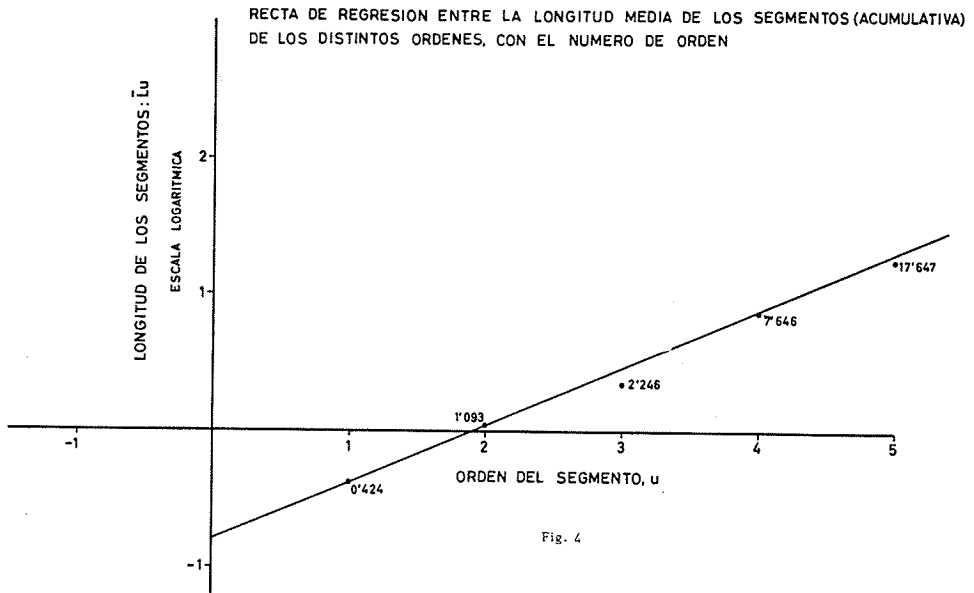
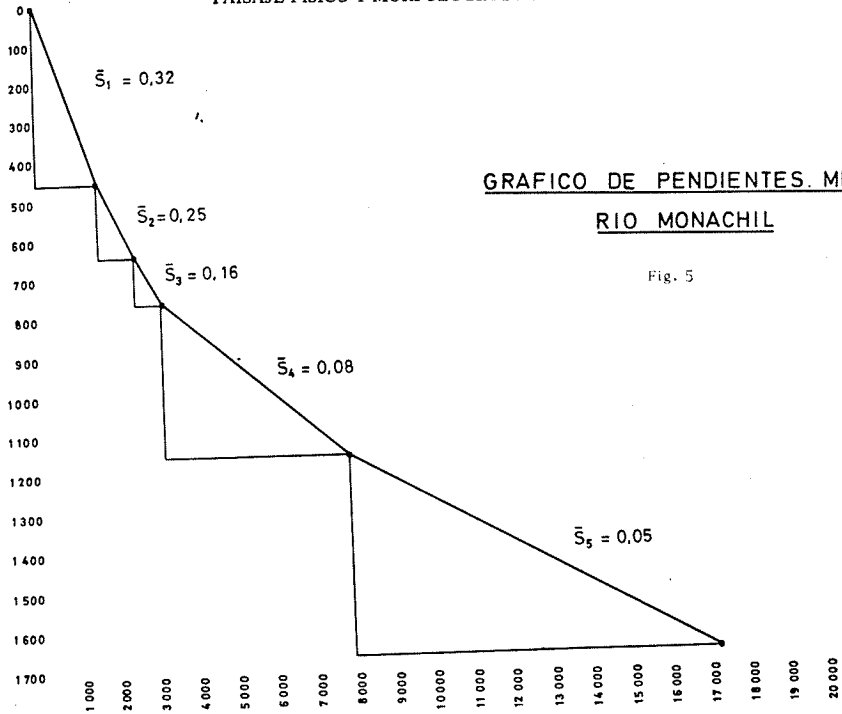


Fig. 3



En cuanto a la densidad de drenaje: $\frac{L \bar{K}}{A \bar{K}}$, o lo que es lo mismo: Densidad de drenaje = $\frac{\text{Longitud de los cauces (Km)}}{\text{Superficie cuenca (Km}^2\text{)}}$, en nuestro caso es igual a $D = \frac{326 \text{ Km}}{90,3 \text{ Km}^2} = 3'610$; es decir que existen 3.610 Km. de cauce por cada Km² de terreno, por tanto es una zona de baja densidad de drenaje puesto que ocupa un área de materiales que poseen una textura grosera por un lado y por otro de materiales permeables.

Si analizamos ahora la pendiente de los distintos segmentos de cauce de cada orden obtenemos las siguientes pendientes medias: $\bar{S}_1=0,32$; $\bar{S}_2=0,25$; $\bar{S}_3=0,16$; $\bar{S}_4=0,08$; $\bar{S}_5=0,05$; (\bar{S} = Valor de la pendiente media; el subíndice corresponde al número de orden). Gráficamente (Fig. 5) se puede ver cómo el gradiente de los segmentos de cauce, tiende a formar aproximadamente una curva cóncava hacia arriba que va haciéndose cada vez más horizontal río abajo.



El hecho de que las leyes de Horton aquí aplicadas no se cumplan de forma total, es debido quizás, a que, dadas las excesivas pendientes de las laderas, la influencia del clima y la ausencia de árboles que protejan en muchos puntos la roca madre, hacen que el estado de torrencialidad de la cuenca del Monachil pueda considerarse de muy avanzado.

El curso alto corre a través de materiales del tipo micasquitos que se fracturan con facilidad a causa del hielo. Si bien la torrencialidad no adquiere gran intensidad, dado que el tapiz nival que cubre el suelo de seis a nueve meses al año, así como la cubierta de matorral, protegen el suelo. Sin embargo la torrencialidad puede verse acentuada en esta zona ante la construcción de una presa de tierra existente sobre el cauce principal en Pradollano, a unos 2.200 m. de altitud, hecha para la instalación de un telesilla, donde apenas queda una pequeña oquedad para el paso del río. Dicha barrera constituye una obturación importante cuyas consecuencias pueden ser desastrosas aguas abajo de la misma, en las etapas de mayores precipitaciones y de fusión de la nieve; el agua junto con los

materiales que arrastra queda acumulada tras la presa ejerciendo una presión tal, que puede terminar por destruir dicha barrera. Su derrumbamiento correría río abajo ayudado por las fuertes pendientes existentes en varios tramos de su recorrido, alcanzando el pueblo de Monachil, con las graves consecuencias que ello traería consigo.

En el tramo de calizas y dolomías es donde el fenómeno torrencial adquiere su máxima importancia. La falta de una cubierta vegetal y la intensa y prolongada acción de las heladas, unidas a la naturaleza propia de las calizas y dolomías fácilmente descalcificables, son causas determinantes de la fisuración de las rocas que dan un aspecto detrítico y originan una gravilla que se desprende frecuentemente al sólo contacto con la mano.

En el tramo ocupado por los terrenos miocenos y cuaternarios es también grande la producción de arrastres, la mayor parte de las veces originados por erosión de las lluvias y, en menor cantidad, por deslizamientos de fondo, que siendo a menudo ténues son conducidos hasta el Genil en forma de turbias. No obstante, la situación del pueblo de Monachil es un elemento importante de obturación y erosión antrópica. El hecho de que el cauce principal atravesase el pueblo, da lugar a que en épocas de crecida suponga una gran dificultad de drenaje para el río.

III. ESTUDIO MORFOLOGICO

La descripción y análisis de las formas del relieve presentes en la cuenca del río Monachil reviste una gran importancia.

Por un lado, los trabajos geomorfológicos existentes se limitan a las publicaciones de unos pocos especialistas y algunas de ellas fueron realizadas hace años, en etapas en que los métodos de investigación apenas estaban iniciados y las técnicas experimentales poco desarrolladas. Además de ello, casi todas las investigaciones han dejado siempre algunas afirmaciones en duda y muchas cuestiones sin poder ser resueltas.

Por otro lado, la cuenca del Monachil es la zona más explotada turísticamente de Sierra Nevada, en especial desde hace unos quince años con la construcción de la estación de invierno Solynieve. Esta modificación humana del medio natural, aunque inevitable, va en detrimento de las formas de relieve, lo que hace que quizás dentro de unos pocos años, la morfología de esta zona sea casi imposible de estudiar.

A) Morfología Fluvial

Si analizamos ahora la red de drenaje de la cuenca del Monachil en su contexto geológico, destaca como hecho principal la extensa red de fracturas que condicionan el trazado de los cauces, los que estarán después más o menos encajados según la naturaleza del material. Junto a la estructura y litología, otros factores como las pendientes, erosión, clima, etc. intervienen también en la existencia de diferentes cauces y en la variación de la trayectoria de los mismos.

La cabecera del río Monachil es una zona cubierta fundamentalmente por materiales del tipo micasquistos; también aparecen islotes pequeños de otros materiales, como serpentinitas, anfibolitas etc. delimitados por cabalgamientos. En uno de estos islotes, situado a unos 2.300 m. de altitud aproximadamente, aparece una falla con hundimiento hacia el S. y dirección N. 103° E, que favorece el paso del río por dicha zona. Uno de sus afluentes por la margen izquierda en este tramo de materiales cristalinos, ve condicionado también su trazado por la existencia de dos líneas de falla casi paralelas con una orientación N. 96° E. la superior y N. 94° E. la inferior. Hasta los 1.600 m. de altitud, el cauce principal discurre de forma entallada al cortar el material cristalino, ensanchándose después su valle al paso por la "Mischungszone".

La red de fracturas se complica en el ámbito de las unidades Alpujárrides: a lo largo de la margen izquierda del cauce principal, la tectónica ha condicionado el trazado del mismo, según podemos ver en las líneas de falla existentes en dirección E.-O. sobre dicha orilla. Una de ellas con orientación N. 102° E., da lugar junto a otra en la margen derecha del río, cuya orientación N. 96° E., a una zona hundida, un fabuloso cañón denominado Los Cahorros donde el río se encaja profundamente llegando a desaparecer en algunas partes, tapado por bloques de gran tamaño y de donde sale a una altura de 900-1.000 m.

Junto a la tectónica, la naturaleza del material, fundamentalmente calizo y la existencia de pequeñas cornisas que sobresalen perpendicularmente de los dos grandes paredones que limitan el cauce principal, nos lleva a pensar en la existencia de una circulación hídrica subterránea que ha ido horadando el cauce hasta dejarlo al descubierto. No obstante, la presencia de una base impermeable constituida por niveles de filitas en algunas zonas del cinturón Alpujárride, la complejidad de la estructura geológica y las elevadas pendientes de la zona, pueden restar importancia a los procesos kársticos. Pero la proliferación de fracturas puede haber regido y regir una circulación subterránea en esta zona de los Cahorros.

En este ámbito Alpujárride nace el arroyo de Huenes, que discurre fundamental-

mente entre dolomías y mármoles dolomíticos que dan aspecto dendrítico a su red de drenaje.

El tercer grupo estructural y litológico sobre el que discurre el Monachil y sus afluentes se asienta discordante sobre el anterior y es el formado por los materiales neógenos y cuaternarios. Este tramo se ve menos afectado que los anteriores por el juego de los accidentes tectónicos posteriores a su formación. Sin embargo se observa un rejuvenecimiento del ciclo de erosión tras el juego de la tectónica reciente, como pone de manifiesto la existencia de conos de deyección.

B) Morfología kárstica

Las unidades o mantos del Complejo Alpujárride ocupan en el valle del Monachil una extensa superficie que va desde el Dornajo hasta el área ocupada por los Cahorros y desde el final de la Loma de Dílar hasta la zona ocupada por el Pico de la Carne, cerros Gordo y del Tamboril, aproximadamente, a ambos márgenes del río. En todo este ámbito, las calizas y calizodolomías del Trias Medio y Superior aparecen ampliamente representadas.

Uno de los rasgos definitorios de estas áreas calizodolomíticas, es la existencia de un relieve residual sobre dolomías, caracterizado por la presencia de una serie de pitones, penitentes, etc. muy espectaculares por su tamaño que encontramos en diferentes puntos de la cuenca: Dornajo, Cerro de la Cortichuela, Pico del Tesoro, Trevenque, Collado del Cerrajón, Cerro del Tamboril, Huenes, etc.

El relieve residual sobre dolomías ha sido ya analizado en un trabajo anterior por M. Pezzi, E. Urdiales y nosotros mismos, por lo que remitimos al mismo, haciendo aquí algunas pequeñas anotaciones.

Las dos unidades del Complejo Alpujárride representadas en la cuenca del Monachil (Unidad del Manto del Trevenque y Unidad del Manto de las Víboras), se caracterizan morfológicamente: la primera, por una fuerte arenización que provoca vertientes muy inestables, frecuentes zonas de relieve residual caótico y pitones que se desmenuzan con facilidad; en el conjunto del paisaje dan lugar a manchas blancas muy características, producto de la eficacia de la erosión que hace desaparecer la vegetación, dejando desnudas a las pulverulentas vertientes. La segunda (Unidad del Manto de las Víboras) presenta un relieve residual con fuertes pitones y resaltes acentuados. La arenización es menos intensa y la karstificación superficial más marcada, aunque sin grandes formas presentando sobre todo, un lapiaz incipiente, con acanaladuras, espigas y formas alveolares.

En la cuenca del Monachil encontramos tres tipos fundamentales diferentes de

relieve residual sobre dolomías, existiendo además tipos mixtos con mezcla de los anteriores. Los tipos principales son los siguientes:

- Relieve residual "caótico".
- Relieve residual con formas alineadas siguiendo la dirección de escorrentía de las vertientes.
- Relieve residual desarrollado a expensas de rasgos estructurales del macizo.

Dicho relieve residual es fundamentalmente poligenético y entran en juego en su formación simultáneamente, procesos subterráneos (disolución, corrosión, desagregación) con otros subaéreos, (disolución, erosión aerolar, arroyada, gelifracción, etc.). La actuación de unos y otros es cambiante en el tiempo según los sistemas morfoclimáticos dominantes. Cada tipo de relieve residual puede presentar un elemento esencial o dominante en su formación (litológico, estructural y tectónico), pero todos ellos entran en cierto grado en el resultado final; hay pues una combinación de influencias en proporciones variadas.

C) Morfología glaciar y periglacial

Si interesante resulta el análisis de otros aspectos morfológicos en Sierra Nevada, la morfología glaciar y periglacial revisten una importancia fundamental para todos los autores que la han estudiado.

Por ello creemos importante presentar un resumen de los antecedentes sobre este tema en Sierra Nevada, para pasar después al análisis de dichas formas del relieve en la cuenca del río Monachil.

Los diferentes aspectos glaciomorfológicos que han interesado a los estudiosos de Sierra Nevada han sido los siguientes: (Cuadro 9)

1.- En primer lugar se planteó la existencia o no de huellas glaciares en Sierra Nevada.

En este sentido, Boissier (1837) habla del circo del Veleta y Leonhard (1851) afirma la existencia de un gran aparato glaciar, situando Ormsby (1867) el límite de las nieves perpetuas hacia los 2.900-3.000 m. de altitud. Pero sería Schimper (1849) quien afirmaría rotundamente que Sierra Nevada fué afectada por el glaciario cuaternario. Igualmente piensan Mac Pherson (1880) y Rey-Lescure (1881); sin embargo, Drasche (1879) no ve ninguna huella clara de glaciares. Y será Penck (1894) quien considerará las lagunas como lagos de circo. Benraht (1906) también explica el origen glaciar de los circos, siendo sin embargo Quelle (1908) quien ha pasado a la historia como el primero en reconocer e interpretar correctamente los circos, morrenas, lagos de circo, etc.

Cuadro n.º 9

Autor	Año	Glaciación en Sierra Nevada	Límite nieves en Cuaternario, sin especificar etapa	Glaciación Riss	Límite de las nieves Vert. n.º	en el Riss Vert. S.	Glaciación Wurm	Límite de nieves Vert. n.º	en Wurm Vert. S.	Tardigradificar en Tardigradificar	Límite nieves Recient/Pleist.	Perigradigradismo Recient/Pleist.	Límite actual nieves Pleist.
BOISSIER	1837	SI											No alcanza a ningún valle de Sierra Nev.
WILKOWA	1844												Solo hablan de nieves en el P. n.º
SCHEPFER	1849	SI											1800/2000
LEONHARD	1851												2900/3000
GRUSSY	1857												
Mac PHERSON	1880	SI											
BEA-LESCURE	1881	SI											
GONZALO Y TARIN		SI											
DRACHE	1879	NO											
HELLMANN	1881	NO											
W. BERTHOLD	1881												
M. MILLAN	1881	NO											
FEICK	1894	SI	3000 m.										
REIN	1899	NO											
BEHATH	1905	SI											
QUELLE	1908	SI	2850 m. N. 2850 m. S.										
PREMATER Y ZAPARZELL	1916	SI		SI				2000 m.	2300 m.				
GRESCH	1927	SI		NO									
GA. SAUVZ	1942	SI		SI						?			
SERHET	1942	SI	2000 m.	NO						SI	1750/2250 m.		
PASSCHINGER	1954/55 y 1961	SI											
HEPPEL	1958	SI		SI	2100 m.	2200 m.				SI		Max. 2000 m. / hasta 2 800/1000	
BUZZER Y FRANZLE	1959			NO									
MESSEGLI	1965	SI		SI	2100 m	2200 m.				SI	2800/2900 m.	2000/2100 m. hasta los P. (1100/1300 S. 700 m.	3600/3700
SOUJADE Y SANDIERE	1970												
LHERNAFF	1977	SI											

FUENTE: Elaboración propia

Estos circos pueden deberse a un período av. m. c. e. de Wurm

2.- En segundo lugar, una vez aceptada en general la existencia de una glaciación en Sierra Nevada, que todos los investigadores identifican con la del Würm, la cuestión a resolver entonces será la del límite inferior de las nieves.

Para Obermaier y Carandell (1916) las lenguas glaciares llegaron hasta los 2.000 m. en la vertiente Norte.

Para Messerli (1965) dicho límite estaría situado a 2.300 m. en la vertiente Norte y hacia los 2.400 m. de altura en la vertiente Sur, límites con los que posteriormente está de acuerdo Lhénaff (1977).

3.- Otra cuestión discutida entre los estudiosos de Sierra Nevada es la referente a la existencia de otra glaciación más antigua que la del Würm.

Esta etapa comienza con los trabajos de García Sainz (1943), quien establece la existencia de la glaciación Riss en el valle del río Dílar, cuyos restos aparecen por lo menos hasta los 1.200 m. de altitud. Sin embargo, Sermet (1943) manifiesta su desacuerdo ante ello volviendo a la antigua creencia de que los glaciares apenas afectaron a Sierra Nevada, y en caso afirmativo, nunca descenderían por debajo de los 2.000 m.

Para Messerli (1965), la existencia de la glaciación Riss explica el nivel de circos existente a una altitud más baja que el límite inferior de las nieves würmienses.

Hempel por su parte, (1958) dedujo la existencia de tres niveles de circos de los que el más inferior estaría situado hacia los 2.100-2.200 m. de altura y pertenecería a una glaciación más antigua. Lhénaff, (1977) tras examinar dichos circos propone la posibilidad de que un rápido avance würmiense, podría haber permitido en una primera etapa la excavación de circos, que habrían sido muy pronto abandonados por los hielos y habrían evolucionado en nichos de nivación.

4.- También se han preocupado diferentes investigadores de los elementos pertenecientes al Tardiglarciar.

La mayoría de los estudiosos de Sierra Nevada apenas si nombran los depósitos glaciares situados a gran altitud y en general los clasifican de morrenas de retroceso, aunque destaquen por su juventud.

El primero que definió tales huellas como Targlaciares, fué H. Paschinger (1954-55) en el valle del río Dílar.

Posteriormente Messerli (1965) y Lhénaff (1977) confirman este hecho. El primero de ellos piensa que el límite inferior de las nieves perpétuas en el Tardiglarciar

debía situarse entre los 2.800-2.900 m. de altitud, Lhénaff ve claras las huellas Tardiglaciares en el alto valle del río Dílar.

5.- Finalmente han sido numerosas las aportaciones hechas por diferentes investigadores sobre las manifestaciones periglaciares existentes en Sierra Nevada.

El primero que abordó esta cuestión fué Hempel, quien señaló la existencia de formas fósiles de soliflucción hasta una altitud de 800-1.000 m. mientras que las formas actuales de soliflucción se desarrollarían nada más que por encima de los 2.000 m. Messerli está de acuerdo con esto último, puntualizando que las formas periglaciares actuales sólo son activas por encima de los 2.100-2.300 m. (vertiente Sur) y 2.000-2.200 m. (vertiente Norte).

Para Soutadé y Baudière (1970), el modelado periglaciario existente a 2.400-2.450 m. en la vertiente Norte, no se ha podido formar en las condiciones ecológicas actuales por la acción geomorfológica del hielo. Hay que sobrepasar los 3.000 m. para encontrar una morfogénesis activa.

a) Morfología glaciario

Por lo que se refiere a las formas del relieve que el glaciario cuaternario ha modelado en la cuenca del río Monachil, éstas se encuentran fundamentalmente en el área de su cabecera; si bien existen restos interesantes en su curso medio. La localización e identificación de todas ellas ha resultado dificultosa debido a que se encuentran bastante desmanteladas, tanto por la naturaleza de los materiales que cubren la zona, fácilmente fracturables, como por el desarrollo urbanístico del lugar.

Las formas glaciares existentes las hemos recogido en la figura 6. Como se puede ver, la cabecera del río no se presenta en forma de valle glaciario en artesa o "U". Sin embargo, la presencia de circos y morrenas, evidencian la actuación de los hielos cuaternarios en toda esta zona. La mayoría de los circos se hallan situados en la margen izquierda del cauce principal, debido a su exposición de cara a los vientos del O. que favorece la acumulación de la nieve; por ello, estas formas glaciares son las mejor conservadas. Distinguimos cinco arcos de circo del tipo "en van", según Allix, es decir, formas semicirculares o semielípticas con fondo plano, débilmente ondulado, ocupado generalmente por rocas aborregadas; las paredes son empinadas y al pie de alguno de ellos aparecen zonas más o menos endorreicas que dificultan el drenaje de las aguas producidas por la fusión de la nieve, dando lugar a pequeñas áreas pantanosas. En lo referente a su posición topográfica, los circos del valle del Monachil pueden consi-

derarse "compuestos" (Tricart, 1962), formados de nichos sucesivos separados por pequeños promontorios. Y aunque la altitud no es la misma en todos (el más alto está a unos 2.600-2.700 m. y el más bajo a 2.000-2.100 m. aproximadamente) constituyen en conjunto una especie de franja más o menos continua.

Además de los circos aparecen en la cuenca del Monachil otras formas similares abiertas hacia el valle, aunque de menores dimensiones que aquellas; son los "circos nivales" de Lhénaff o "nichos de nivación" de Tricart.

Las morrenas existentes en esta zona de la cabecera completan los elementos fundamentales del relieve glaciar. Su granulometría caracterizada por una gran heterometría, su textura amorfa y su forma angulosa y plana, distinguen a estas morrenas del resto de las formas que las rodean. La ausencia de selección del material que integra las morrenas, muestra la existencia de elementos de muy distinto tamaño. Junto a una matriz fina aparecen rocas cuya dimensión alcanza con frecuencia el metro cúbico e incluso más, apareciendo con frecuencia "bloques erráticos". La forma de los cantos, poco redondeados y planos, resulta tanto de la acción directa del hielo que los fractura y tritura, como del rozamiento contra el lecho glaciar y contra otros bloques.

b) Morfología periglaciaria

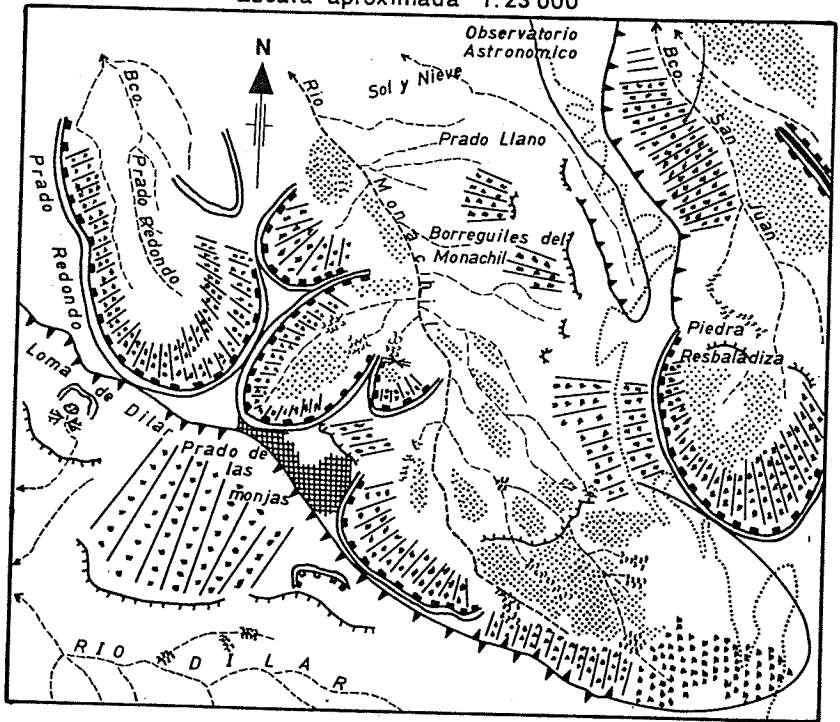
Junto al modelado debido a la acción de los hielos cuaternarios, la cuenca del río Monachil presenta otra serie de formas con frecuencia atribuidas al papel geomorfológico de la nieve y que se deben en realidad a las acciones hielo-deshielo fundamentalmente; son las formas de modelado crionival. Tales formas son unas actuales y otras heredadas. Estas últimas aparecen hasta los 2.000-2.200 m. de altitud en la vertiente Norte de Sierra Nevada, mientras que la soliflucción pleistocena alcanzaría hasta los 700 m. de altura aproximadamente (Messerli, 1965).

1.-Formas mayores. El periglaciario en el valle del río Monachil presenta como una de las formas más características y extendidas, las acumulaciones de gelifractos, unas veces cementados formando verdaderas brechas y otras en depósitos sueltos que, en ocasiones, aparecen formando vertientes ordenadas.

Así, parte del área que ocupa el nacimiento del río (ladera del Veleta), está cubierta por un manto de derrubios heterométricos, sueltos, angulosos, producto de una gelifracción intensa y que obedecen a un funcionamiento prolongado de las acciones hielo-deshielo, como el ocurrido durante el Cuaternario. Aquí, aparecen asociadas en la morfogénesis la gelivación y la soliflucción, facilitadas por

LAS FORMAS GLACIARES EN EL VALLE DEL MONACHIL

Escala aproximada 1:23 000



LIMITE DE CUENCA
ID. ESCARPADO



MORRENAS



RESALTE ROCOSO



DERRUBIOS /
CAOS DE BLOQUES



CIRCO NIVAL



ZONA PANTANOSA



CIRCO GLACIAR



APLANAMIENTO

la naturaleza esquistosa de la roca y por una humectación durante los periodos de fusión del tapiz nival.

Igualmente, si continuamos río abajo el cinturón de calizas y dolomías presenta de nuevo acumulaciones de gelifractos, que bien sueltos o formando brechas, evidencian la presencia de un periglaciario subactual. Se trata de depósitos ligados a fenómenos de geliflujión que hacen sostener su adscripción indudable a etapas frías.

Las vertientes aparecen a menudo formadas por brechas compuestas de elementos angulosos, heterométricos, englobados en una matriz fina, medianamente compactados, formando pequeñas bolsadas.

También aparecen canchales de bloques calizos caídos de los abruptos escarpes de fallas. Se deben a procesos de macrogelifración.

Aparece además una gran colada de soliflujión en el Cerro de Huenes, que ya fué estudiada por Gallegos (1971b), cuyo gran tamaño (150 m de ancho, 550 m de longitud y 4 m de alto) pone de manifiesto que se trata de una forma heredada.

Las formas periglaciares subactuales descritas, han sido generalmente atribuidas al Würm, si bien se discute si pertenecen al Würm II (Lhénaff 1977) o al Würm III (Nicod 1971b).

2.—*Formas menores.* El periglaciario existente en el valle del río Monachil se manifiesta también en una serie de formas menores, tales como la ordenación de cantos en diferentes figuras geométricas, la existencia de *pipkrakes*, etc.

En las laderas cubiertas de derrubios producto de la gelifración (sobre todo en las partes altas de la cuenca donde las pendientes son menores), el hielo y el arroyamiento dan lugar a una cierta ordenación de los elementos gelifractados. Así, en la ladera del Veleta, alrededores del Albergue Universitario, Borreguiles, etc. encontramos círculos y rosas de piedras, alineamientos, hileras, etc. diferentes microformas poligonales debidas a la variación de volumen de las rocas según su contenido en agua, que permiten a las gravas que las recubren disponerse geoméricamente. La parte central de estos círculos y rosas de piedras está colonizada por los borreguiles, lo que indica su origen subactual, (Soutadé y Baudière, 1970).

Un fenómeno actual y generalizado que aparece en el valle del Monachil desde sus partes más altas y hasta los 1.700 m. de altitud aproximadamente, está constituido por las formaciones de pipkrakes, que permiten por un lado, desplazamientos verticales acompañados de una selección de material y por otro, des-

plazamientos horizontales favoreciendo fenómenos de solifluxión. Los pipkrakes, constituyen pues uno de los principales procesos de reptación, teniendo también un gran papel en la génesis de formas geométricas.

Los pipkrakes que aparecen en el valle del Monachil son discontinuos; su aspecto exterior es el de una columna de tierra en cuyo interior se aprecian minúsculas barritas de hielo, que en su cima poseen un capuchón irregular de suelo, levantando piedras.

3.-Formas dudosas. Junto a las demás formas heredadas descritas aparecen en el curso alto del río (hacia los 2.000-2.200 m. de altitud y en su margen izquierda) unas zonas llanas que podríamos asimilar a los "replats goletz" (Tricart, 1967). En dicha orilla del río, la pendiente está cortada por unos rellanos casi horizontales, limitados por taludes bastante escarpados, cuyo aspecto general es el de peldaños de escalera de varios metros de ancho. Están constituidos en gran parte por derrubios de gelivación. Los taludes están formados generalmente por la roca "in situ".

D) Análisis y resultados

Una parte del estudio realizado sobre las formas glaciares y periglaciares, lo constituye el análisis granulométrico de distintas muestras recogidas en diferentes puntos del valle, cuyos resultados aparecen representados gráficamente en las figuras 7 y 8.

Del muestreo realizado, la muestra Z-1 está recogida en el nacimiento del río, a 2.975 m. de altitud a la izquierda de la carretera que va a la Laguna de las Yeguas, área donde la gelifracción ha dado lugar a un extenso canchal de rocas sueltas cuyo tamaño oscila entre unos cm^3 . y $1,5\text{-}2\text{m}^3$.

La segunda muestra corresponde al material morrénico existente en el área de la cabecera del río. Está tomada a 2.800 m. de altitud en Borreguiles del Monachil, al pie de uno de los arcos de circo de la margen izquierda del cauce principal. Su heterometría, textura amorfa y bajo índice de redondeamiento de los elementos que la componen, indican que se trata de material arrastrado y depositado por un glaciar, si bien su mala conservación impide distinguir de que tipo de morrena se trata.

La muestra Z-3, tomada a 2.161 m. de altitud en el fondo del valle del Monachil cerca de Pradollano denota, frente a las dos anteriores, unos índices de redondeamientos elevados, que ponen de manifiesto una acción fluvial y no glaciar en la formación del depósito.

PAISAJE FISICO Y MORFOLOGIA DEL RIO MONACHIL

Las dos últimas muestras Z-4 y Z-5, fueron tomadas en el curso medio del río, en el área calizodolomítica. La primera, fué recogida a 1.470 m. en la margen izquierda del cauce del Monachil, frente al Cortijo de Diéchar. Los índices de redondeamiento de sus elementos (la mayoría por debajo de 100), así como el aspecto del depósito, tipo brecha, revela una actividad periglacial subactual. La Z-5 la tomamos a 1.440 m. en el área del barranco de la Dehesilla; es una zona de grandes pendientes, abundante material dolomítico y marcada arenización. La morfometría de los cantos aquí recogidos, similar a la de la muestra Z-4, demuestra la acción de la gelifracción.

Viendo conjuntamente las curvas granulométricas de todas las muestras, distinguimos dos tipos de depósitos (Tricart, 1965). El primero lo constituyen las muestras Z1 a Z-4; son curvas de tipo logarítmico o muy cercano a él. Curvas

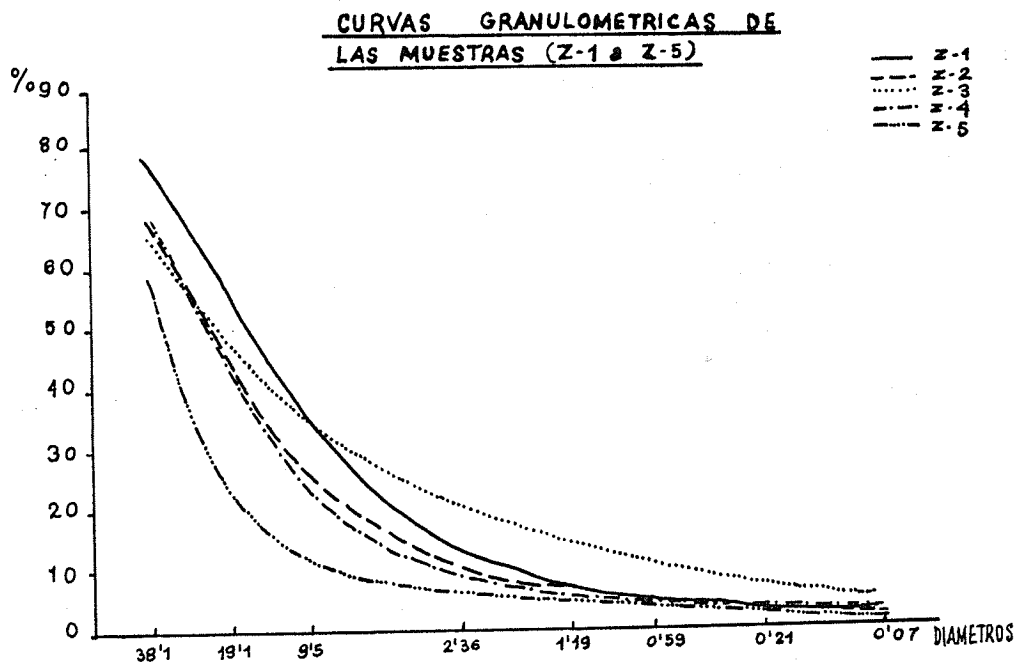


Fig. 7

REPRESENTACION GRAFICA DEL
ANALISIS GRANULOMETRICO
DE LAS MUESTRAS Z-1 A Z-5

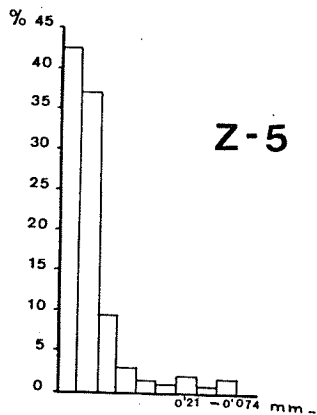
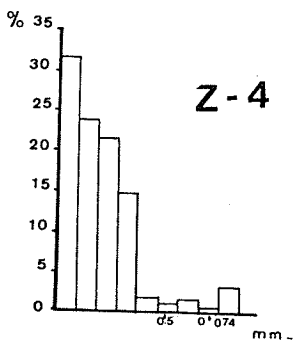
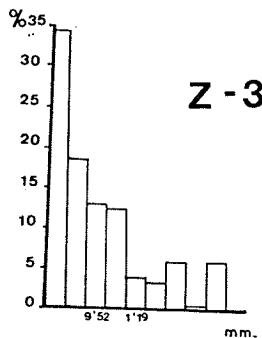
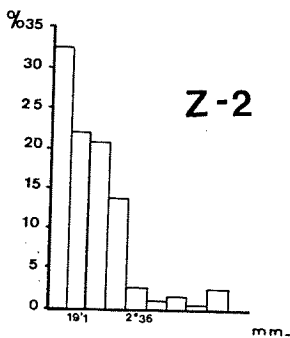
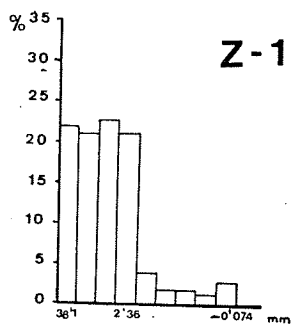
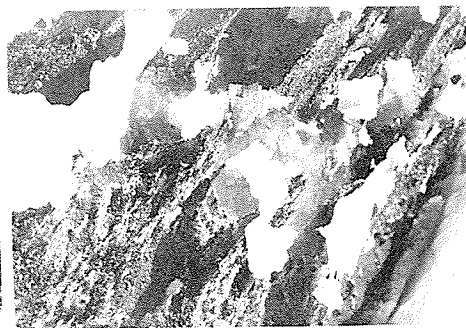
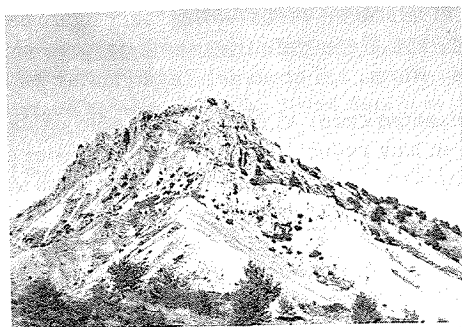
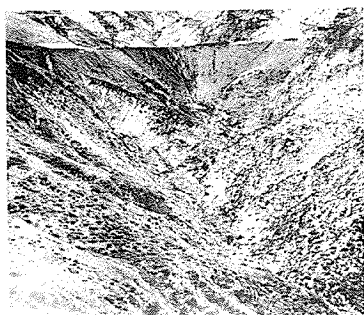
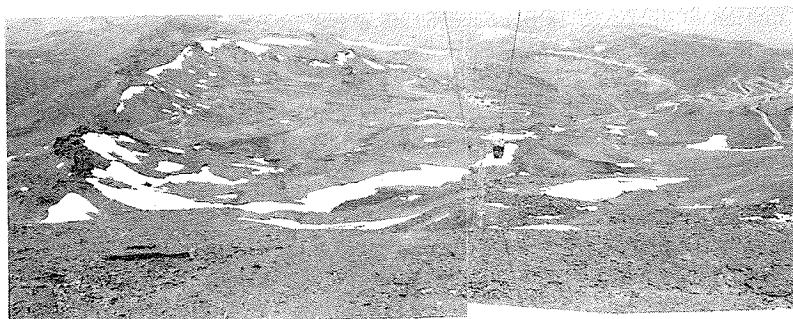


Fig. 8

PAISAJE FISICO Y MORFOLOGIA DEL RIO MONACHIL



que con muy pequeñas irregularidades se aproximan a una recta y cuya inclinación está en función de su proporción en materias finas. Una curva de este tipo significa que en el depósito la proporción de elementos de una talla dada, está directamente en función del logaritmo de su dimensión. Ello implica un depósito sin selección excesiva. El segundo tipo de curva, el de la muestra Z-5, es de tipo parabólico. Indica una repartición en la que la proporción de elementos aumenta proporcionalmente en función de su dimensión. El fino falta casi completamente mientras que son abundantes los cantos gruesos y gravas de talla superior a los 5 mm.

Para intentar fechar los distintos depósitos glaciares existentes en el valle del río Monachil, contamos con la información que nos proporciona el Dr. Messerli (1965). Dicho autor analiza granulométrica y morfométricamente diferentes muestras recogidas en el valle del Monachil y valiéndose de los resultados obtenidos por él mismo en otros valles serranos, donde los depósitos muestran clara su edad, establece definitivamente la presencia de las glaciaciones cuaternarias Riss, Würm, así como del Tardiglacial en la cuenca del Monachil.

En nuestro caso, al estudiar tan sólo un valle las posibilidades de comparación se ven muy reducidas. No obstante al poder contar con el trabajo del Dr. Messerli podemos conocer la presencia de restos würmienses, rissienses y tardiglaciares; así como comprobar que la muestra Z-1 pertenece al Tardiglacial (Messerli, 1965) o todo lo más a la última etapa del Würm. La muestra Z-2 por su parte presenta una granulometría y morfometría que la sitúa en el Würm, etapa en que los hielos descendieron hasta los 1.600 m. de altitud en el valle del Monachil. Este límite descendió al menos hasta los 1.340 m. de altitud durante el Riss en dicho valle, altura a la que Messerli describe un depósito cuya morfometría es similar a la de otros restos rissienses hallados también por él en el valle del Monachil a 1.560 m. junto a la desembocadura del barranco de Manuel Cazar.

En cuanto a las muestras Z-4 y Z-5 ya vimos al tratar la morfología periglacial que deben pertenecer a depósitos würmienses.

BIBLIOGRAFIA

- ALIAS, L.J. y PEREZ PUJALTE, E. (1968): "Los suelos de los pisos Montano Superior y Alpino de la ladera sur del Mulhacén (S. Nevada)". An. Edaf. y Agrobiol., Vol. 27. Madrid.
- ALLIX, A. (1954): "L'action morphologique de la glace et celle des coulées de neige (sillons d'avalanches)". Mél Benevent Gap., pp. 11-17.
- ARANA, R. y GALLEGOS, J.A. (1971): "Petrología y mineralizaciones de la unidad de las Víboras (Cordilleras Béticas)". Cuad. Geológicos., 2.2, Univ. de Granada.
- BENRATH, A. (1907): "Eindrücke aus der span. Sierra Nevada". Geogr. Zeitschrift, vol. A. Hettner, Heidelberg.
- BLUMENTHAL, M. (1930): "La structure de la Chaîne Penibétique entre Antequera y Loja". C.R. Ac. Sc. CX, Paris.
- BOISSIER, E. (1839-45): Voyage botanique dans le Midi de l'Espagne pendant l'année 1837. 3 Vols. Paris.
- BOSQUE MAUREL, J. (1957): "El clima de Granada". Insti. J.S. Elcano. C.S.I.C. Madrid.
- BROWER, H.A. (1926): "Zur Geologie der Sierra Nevada". Geol. Rundschau, XVII, pp. 118-137.
- DELGADO, R. (1977): Balance geoquímica de las alteraciones superficiales en el Barranco Hondo. Memoria de Licenciatura, (sin publicar). Univer. de Granada.
- DRASCHE, R. Von (1879): "Geologische Skizze des hochgebirgigen der Sierra Nevada in Spanien". Jahrbuch des K.K. Geol. Reichsanstalt, XXIX, pp. 93-122.
- EGELER, C.G. (1963): "On the tectonics of the Eastern Betic Cordilleras". Geol. Rundschau, Vol. LIII, pp. 260-269.
- EGELER, C.G. y SIMON, O.J. (1969): Sur la tectonique de la zone Betique (Cordilleras Bétiques, Espagne). North-Holland Publishing Company. Amsterdam-London.
- FALLOT, P. (1954): "Les Cordillères Bétiques". Estud. Geológicos, nº. 8, pp. 83-172.
- FONTBOTE, M. J.M. (1957): "Tectoniques superposées dans la Sierra Nevada (Cordillères Bétiques, Espagne)". C.R. Acad. Sci. de Paris. Ser. D. Vol. 245, pp. 1324-1326. Paris.
- GALLEGOS, J.A. (1971a): "Los Alpujarrides al N.W. de Sierra Nevada. (Cordilleras Béticas). Nota preliminar". Cuad. Geológicos, 2.1., pp. 3-13. Univ. de Granada.
- GALLEGOS, J.A. (1971b): "Una colada de gelivación en calizo-dolomías. Sierra Nevada (Cordilleras Béticas)". Cuad. Geológicos, 2, pp. 31-40. Univ. de Granada.
- GARCIA ROSELL y PEZZI, M. (1979): Análisis de depósitos periglaciares en el sector central de las Cordilleras Béticas (Andalucía). V Coloquio de Geografía. Granada.
- GARCIA SAINZ, L. (1943): "El glaciario cuaternario de Sierra Nevada". IIª. Reunión Estud. Geográf. (Granada, 1942). C.S.I.C. pp. 153-174. Madrid.
- GONZALEZ DONOSO, J. M. y VERA, J.A. (1965): "Estudio geológico de una parte de las laderas noro occidentales de Sierra Nevada (Granada)". Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., Nº. 78, pp. 93-124. Madrid.

- HEMPEL, L. (1960): Límites geomorfológicos altitudinales en Sierra Nevada". Est. Geográfico 78, pp. 19-31
- HOYOS DE CASTRO, A. y MEDINA ORTEGA, A.M. (1951): "Sucesión de Suelos en Sierra Nevada en relación con la altura sobre el nivel del mar". Anal. Edaf., Vol. X. nº. 1, pp. 19-31.
- HORTON, R.E. (1945): "Erosional development of streams and their drainage basins". Geol. Am. Bull., Vol. 56, pp. 275-370.
- LEONHARD, K. (1851): Geonostische Uebersichtskarte von Spanien. Stuttgart.
- LHENAFF, R. (1977): Recherches Geomorphologiques sur les Cordilleres Betiques Centre-Occidentales (Espagne). These Présentés devant l'Université de Paris-Sorbone, 2 Vols., 713 págs.
- MESSERLI, B. (1965): Beiträge zur Geomorphologie der Sierra Nevada (Andalusien). Thèse, 178 Zürich.
- NICOD, J. (1971a): "Quelques remarques sur la dissolution des dolomies". Bull. Ass. Gogr. Française nº. 389-390.
- NICOD, J. (1971b): "Les versants calcaires dans les pays sous climat actuellement temperé, essaie sur les relations des phenomenes Karstiques et periglaciaires". La pensée Geographique Française nº. 10, pp. 1-10.
- OBERMAIER, H. y CARANDELL, J. (1916): "Los glaciares cuaternarios de Sierra Nevada". T. Mus. Nac. Cienc. Nat. Serie Geol., nº. 17.
- OCAÑA OCAÑA, C. (1974): La Vega de Granada. Inst. Geogr. Aplicada del Patronato "Alonso de Ercilla". C.S.I.C. y Caja de Ahorros de Granada.
- ORMSBY (1868): "A record of mountain adventure and scientific observation". Alpine Journal, Vol. 1, pp. 1-111. London.
- PARRAGA MARTINEZ, J. E. (1974): Estudio edáfico de la Dehesa del Camarate. Memoria de Licenciatura, Dpto. Edafología, Univ. de Granada.
- PASCHINGER, H. (1957): "Las formas glaciares de la Sierra Nevada; España". Mem. Com. Int. Geol. Prov. Barcelona, pp. 81-94.
- PENCK, A. (1936): "Europa zur letzten eiszeit, Landeskunde, Forsch". Festschrift N. Kreos. S. 2, Stuttgart.
- PEZZI CERETTO, M. C. (1975): "Algunas observaciones sobre sistemas morfoclimáticos y karts en las Cordilleras Béticas". Cuad. Geográficos, S.M. 1, pp. 59-83. Granada.
- PEZZI, M. y GARCIA ROSELL, L. (1978): Análisis del medio físico de Sierra Nevada. Acción prioritaria Sierra Nevada. M.O.P.U.
- PEZZI, M. y GARCIA ROSELL, L. (1978): Análisis del medio físico de Sierra Nevada: ordenación de sus recursos y delimitación de sus unidades paisajísticas. Cuad. Geográficos Univ. Granada, nº. 8.
- PEZZI CERETTO, M.C., MARTIN-VIVALDI CABALLERO, M. E. y URDIALES VIEDMA, M.E. (1979): "Características del relieve residual sobre dolomías en la orla Alpujárride de Sierra Nevada". Com. VI. Coloquio de Geografía. Palma de Mallorca (en prensa).
- PHERSON Mac. J. (1880): "De la existencia de fenómenos glaciares en el sur de Andalucía durante la época cuaternaria". Act. Soc. Esp. Hª. Nat., Vol. IV. pp. 106-107. Madrid.

- os, nº.
- Nevada PRIETO, P. (1971): La vegetación de Sierra Nevada. La Cuenca del Monachil. Col. monogr. Nº. 11. Universidad de Granada.
- Soc. QUELLE, O. (1908): "Beiträge zur Kenntnis der Spanischen Sierra Nevada". Erdkunde, pp. 407-426.
- tales RAYA ROMAN, J. (1957): Genesis de suelos de Sierra Nevada en relación con la altura, el clima y la vegetación. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- pág. REY-LESCURE, (1880-81): "Note sur la Geologie de l'Espagne". Bull. Soc. Geol. de France. To. IX, III serie.
- çais. SCHIMPER (1849): "Sur la géologie, la botanique et la zoologie du Midi de l'Espagne". Leonhards Jahrbuch.
- i sur SERMET, J. (1943): "Sierra Nevada". 2ª Reunión Est. Geogr. Granada 1942. C.S.I.C., pp. 65-87.
- Con- SOUTADE, G. y BAUDIERE, A. (1970): "Vegetation et modelés des hauts versants septentrionaux de la Sierra Nevada". Ann. Geogr., nº. 436, 1, pp. 709-736.
- rab. STRAHLER, A. (1964): Quantitative Geomorphology of drainage basins and channel networks. Handbook of Applied Hidrology, Sect. 4-III. MacGraw-Hill Book. Co., New York.
- He- TRICART, J. y CAILLEUX, A. (1962): Traité de Geomorphologie, Tomo III: Le modelé glaciaire et nival. Edit. SEDES. Paris.
- Vol. TRICART, J. (1965): Principes et methodes de la Geomorphologie. Massons et Cie. Paris.
- en- TRICART, J. y CAILLEUX, A. (1967): Traite de de Geomorphologie. Tomo II: Le modelé des Regions Periglaciaires. Edit. SEDES. Paris.
- ist.
- 22.
- en
- io-
- ón
- º.
-)):
- 1.
- te

CRONICA GEOGRAFICA