

# La morfogénesis del Sistema Central y su relación con la morfología granítica

## Morphogenesis of the Central Range (Spain) and its relation with granite morphologie

PEDRAZA GILSANZ, J.

Departamento Geodinámica. Fac. de Geología. Universidad Complutense. 28040 Madrid

### INTRODUCCION

A través de su desarrollo, entre la sierra de Ayllon y la depresión de Lisboa, el Sistema Central Ibérico presenta una serie de afloramientos graníticos que llegan a ser dominantes en la Sierra de Gredos y en la parte occidental y central de la de Guadarrama.

En general, se trata de masas intruidas con posterioridad a las principales fases de deformación de la orogenia Hercínica; son pues, materiales tardihercínicos, carboníferos. Localmente aparecen afloramientos de carácter sintectónico, ligados al metamorfismo regional que ha afectado a los materiales paleozoicos y prepaleozoicos. Igualmente se citan algunos stocks graníticos que intruyen, a su vez, sobre los grandes batolitos netamente carboníferos.

Mineralógicamente corresponden a granitoides biotíticos centrados alrededor de los términos adamellíticos, a veces pasan a granitos y otras a granodioritas; en todos los casos pueden ser porfídicos o no, leucocráticos o no.

### INTRODUCTION

Through its development, between the Ayllón Range and the Lisboa depression, the Iberian Central Range presents a series of granite outcrops which become prevalent in the «Sierra de Gredos» and in the western and central parts of the «Sierra de Guadarrama».

In general we are dealing with masses intruding after the main phases of Hercynic Orogeny. They are thus late-Hercynic carboniferous materials. Locally there appear outcrops of a syntectonic nature, linked to the regional metamorphism which has affected the paleozoic and pre-paleozoic materials. At the same time some granite stocks are mentioned which intrude in turn in the great batholiths which are strictly carboniferous.

They correspond mineralogically to biotitic granitoids roughly of adamellitic type, sometimes becoming granite and sometimes granodiorites; in each case they may or may not be porphydic or leucocratic.

Toda la masa granítica se presenta densamente fracturada, según fallas también tardihercínicas, con direcciones alrededor de la E-W, N-S, NNE-SSW, NE-SW y NW-SE (ésta quizás de origen más antiguo que las restantes). Completan esas redes todo un conjunto de diaclasas asociadas, filones (de cuarzo, sienita, pórfidos y lamprófidos, aplita, etc.) y el diaclasado curvo o de «alivio de carga».

La influencia de estas rocas en la morfología de detalle, es a veces dominante, así: Relieves residuales, donde abundan las formaciones abovedadas por el predominio del diaclasado curvo o las crestas si lo hace el vertical, están asociados a granitoides porfídicos y/o leucocráticos; relieves aplanados, con gran abundancia de franjas de arenización a favor de fallas, algunos tors y concentraciones de bolos, suelen ir más asociados a los granitoides adamelíticos no porfídicos ni leucocráticos. Entre ambos extremos, hay todo tipo de transiciones, manifiestas en fisonomías de berrocales más o menos evolucionados (Fig. 1).

La morfoestructura característica del Sistema Central, corresponde a la de un macizo antiguo, arrasado y reactivado durante el Terciario, por impulsos asociables a la orogenia Alpina, es decir: un macizo montañoso organizado en bloques o «block mountain».

Aun cuando se discute mucho acerca de los modelos genéticos, su fisonomía responde claramente a la de una «Escalera de Piedemonte», tal como la describiera SCHWENZNER en 1937, según las ideas de A. PENCK. Se trata, pues, de un conjunto de planicies escalonadas, formando relleno, y separadas o articuladas por sendos escarpes. Así aparece una «superficie de cumbres», otra intermedia o de «paramera» y otras dos, de «piedemonte»; parameras y piedemontes fueron denominados por SCHWENZNER (op. cit.) como de Meseta y signadas como  $M_3$ ,  $M_2$  y  $M_1$ , respectivamente.

The whole granite massif is intensely fractured. The faults which are likewise late-hercynian, have an E-W, N-S, NNE-SSW, NE-SW, and NW-SE, direction (the latter perhaps having an earlier origin than the rest).

A complete range of associated diachlases, diques (of quartz, sienite, porphyry, lamprophyde, aplite, etc.), and the arcuated diachlases or unloading diachlases.

The influence of these rocks on landforms is sometimes decisive, thus: residual reliefs where domed are frequent due to the predominance of the domed diachlases, or crest if the vertical diachlases are dominant, are associated with porphyry-types or leucocratic granitoids; flattened reliefs, with plenty of gullies, following the faults, some tors and clusters of boulders, are generally associated with adamellite granitoids which are neither porphyritic nor leucocratic. Between these extremes there are all sorts of transitions, displayed in more or less well developed craggy landscapes («berrocal»).

The characteristic morphostructure of the Central System corresponds to that of the ancient massif, levelled and reactivated during the Tertiary age, by impulses associated with the Alpine Orogeny, that is to say, a mountainous massif organized in blocks, or «block mountain».

Although much the genetic models may be discussed, their physiognomy clearly belongs to that of a «stairway» (Piedmont benchland or Piedmonttreppe), as SCHWENZNER described in 1937, according to W. Penck's ideas. So we are dealing with a set of stepped plains separated or articulated by scarp-slopes. Thus a summit surface appears, another intermediate called a «Paramera» and another one or two, «Piedmont flats», «Parameras» and «Piedmont» were named plateaux («Meseta») by SCHWENZNER and designated as  $M_3$ ,  $M_2$ , and  $M_1$  respectively.

RELACION LITOLOGIA-DIACLASADO-MORFOLOGIA (en materiales granitoideos)  
(esquema de síntesis)

	TIPO -----> INTERMEDIOS -----> TIPO -----> INTERMEDIOS -----> TIPO		TIPO -----> INTERMEDIOS -----> TIPO -----> INTERMEDIOS -----> TIPO			
Diferenciación	PRECOZ ?		FUNDAMENTAL		TARDIO	
Empaquetamiento (Textura)	apretado (hipidiomorto)		granudo (irregular)		apretado (compacto)	
Mineralogía	GRANODIORITICO	(menos porfídico)	ADAMELLITA GRANITO	(menos leucocrático)	APLITA GRANITOIDES APLITICOS	
Diclasado	SUBVERTICAL en bóveda	SUBHORIZONTAL en bóveda o lanchar	HORIZONTAL en lanchar	SUBHORIZONTAL en bóveda o lanchar	SUBVERTICAL en lanchar o semi-bóveda	VERTICAL
Morfología	RELIEVE DE DOMOS Y YELMOS	BERROCAL culminando en formas tipo domo	BERROCAL DEGRADADO Relieve de TORS	ZONAS DE LEHM bolos en superficie (alvéolos, en zonas)	BERROCAL DEGRADADOS Relieve de TORS	BERROCAL culminando en crestones RELIEVES EN DIENTES DE SIERRA CRESTONES



FIGURA 1 ( Segun Pedraza 1978)

## LAS CONSIDERACIONES DE PARTIDA: LOS PEDIMENTS

Las primeras interpretaciones sobre la génesis del Sistema Central, aún considerando el significado en la misma de las superficies de arrasamiento, no hacen mención especial a su significado climático, por ello aludían, aunque de una forma imprecisa, a penillanuras y a la morfoestructura general de bloques. Así podemos encontrarlo más o menos matizado, en trabajos como los de HERNANDEZ PACHECO, E., 1923; SCHMIEDER, 1915, el ya citado SCHWENZNER, 1937, SOLE SABARIS, 1952, etc.

BIROT en 1973, introduce un factor decisivo en la consideración morfogenética del Sistema Central. En su trabajo se señala por vez primera, la notable diferencia entre las superficies superiores, de cumbres y parameras, que «carecían de relieves residuales», frente a los piedemontes, que comportaban gran cantidad de ellos y con características de inselbergs.

Siguiendo las ideas dominantes en aquellos momentos (las ideas en boga correspondían a los estudios en el suroeste árido de los Estados Unidos de Norteamérica, desiertos de Sonora, Arizona, etc.) BIROT (op. cit.) interpreta dichos relieves residuales, como un rasgo característico de superficies de pediment, elaborados en condiciones de clima árido o semiárido, con mantos de acarreo mediante «sheet floods» y responsables de la sedimentación de las rañas (Fot. 1 y 2).

De acuerdo con estas ideas, lo cual queda manifiesto en su trabajo posterior junto a Solé Sabarís (BIROT y SOLE SABARIS, 1954), el Sistema Central es el producto de la desnivelación tectónica de una superficie fundamental o penillanura fenimiocena, que hoy ocuparía las zonas que culminan los bloques (superficie de cumbres y primera de Meseta o  $M_3$ , según SCHWENZNER op. cit.). Los piedemontes, de origen plio-

## INITIAL CONSIDERATIONS: PEDI- MENTS

The first interpretations given for the genesis of the Central Range, even considering the influence in it of the levellings surfaces, made no particular mention of its climatic significance, so that they refer indirectly to Peneplains and to the general morphostructure of blocks (E. HERNANDEZ-PACHECO, 1915, SCHWENZNER, 1937, SOLE SABARIS, 1952), etc.

BIROT, in 1973 introduces a decisive new factor in the morphogenetic analysis of the Central Range. In his work, for the first time, the great differences were pointed out, between the Higher Surfaces, Summitans «Parameras» which *lacked* residual reliefs, and the «Piedmonts» which had a great amount of them and specially «Inselbergs».

Following the prevailing ideas of those times (the ideas in vogue were those of studies in the arid zones of south-west USA, the Sonora, Arizona, etc.), BIROT interprets the above-mentioned residual reliefs as a characteristic feature of Pediment Surfaces, created in arid or semiarid climatic conditions, with alluvial mantle due to «sheet floods», responsible for the sedimentation of «rañas» (fanglomerates).

In agreement with these ideas, which are clearly stated in his later work carried out together with SOLE SABARIS (BIROT and SOLE SABARIS, 1954) the Spanish Central Range is the outcome of tectonic unlevelling of a «Fundamental» or Finimiocene Peneplain which would nowadays occupy upper areas of the blocks (Surface of Summit and-first of «stair way» or  $M_3$ , according to SCHWENZNER). The piedemont, pliocene in origin, would then correspond to pediment produced in an arid climate.

For several years, those contributions would be generally followed by geomorphologists and petrologists or stratigraphers to explain the genesis of eroded surfaces,

ceno, corresponderían pues a pediment elaborados en clima árido.

Durante varios años, estas aportaciones serían las de general seguimiento, por parte de geomorfólogos y petrólogos o estratígrafos, para explicar la génesis de las superficies de erosión, la evolución del relieve y la sedimentación correlativa, presente en las cuencas interiores y adyacentes al Sistema Central.

#### EL PAPEL DE LAS ALTERACIONES, RELIEVES RESIDUALES Y SUCESION CLIMATICA

La profundización en la mineralogía de las arcillas presentes en los depósitos de las cuencas del Duero y Tajo (BENAYAS *et al.*, 1959; HUERTAS *et al.*, 1971), los estudios sobre perfiles de meteorización en los materiales en Macizos Cristalinos (MOLINA, 1978) y sobre la morfología de los relieves residuales (GUTIERREZ ELORZA y VIDAL ROMANI, 1978), hicieron renacer nuevas expectativas en lo referente a la morfogénesis del Sistema Central.

Todo lo anterior, integraba dichas expectativas en el contexto de unas etapas húmedas, muy efectivas, como base de toda morfogénesis. Aun cuando no fueran tenidas en cuenta, son de destacar las aportaciones de BOTELLA y HORNOS, 1884 y CALDERON y ARANA, 1884a y 1884b, que ya interpretaban el clima como húmedo-cálido en buena parte del Mioceno. Frente a ellos se impusieron las ideas de A. PENCK, que fue quien estableció un carácter eminentemente árido para ese mismo período.

Sea como fuere, este nuevo giro hacía un análisis acorde con las nuevas tendencias en la geomorfología de los macizos graníticos. BÜDEL, 1957; OLLIER, 1960 y THOMAS, 1974, sobre todo, apoyándose en las aportaciones de WAYLAND, desarrollaron sus modelos de génesis mixta. Se trata de una etapa de alteración subcutánea, desarrollando mantos de arenización o perfiles

the evolution of relief and correlative sedimentation, present in inland basins adjacent to the Central Range.

#### THE ROLE OF ALTERATIONS, RESIDUAL RELIEFS AND CLIMATIC CONDITIONS

The study of the clay minerals in the deposits of the Duero and Tajo basins (BENAYAS *et al.*, 1959; HUERTAS *et al.*, 1971), studies about meteorization profiles in the crystalline massifs (MOLINA, 1978) and the morphology of residual reliefs (GUTIERREZ ELORZA and RODRIGUEZ VIDAL *et al.*, 1978) resuscitate new expectations concerning the morphogenesis of the Central System.

Everything said before, integrated these expectations in the context of humid phases as the basis of all morphogenesis. Even when these were not taken into account, the contributions made by, BOTELLA and HORNOS (1884) and CALDERON and ARANA (1884a y b) must be highlighted. They had already concluded that the climate of most of the Miocene age had been warm and humid. Opposed to them were the ideas of A. Penk, that prevailed, and said that this same period had been eminently arid.

The new turnabout was made in agreement with the new trends in geomorphology of granite massifs. BÜDEL (1957), OLLIER (1960) and THOMAS (1974), basing them selves on Wayland's contributions, developed their models of mixed genesis. We are dealing with a stage of *Subcutaneous Alteration*, developing *Grus Mantle* or *Profiles of meteorization*, of varied intensity and depth, followed by a stage of *Denudation* of these mantles, which make deeper areas appear; in this way Ollier explains *Inselbergs* and BÜDEL *Pediments*. With these and other contributions as a foundation, the new trend was initiated, which made the *Morphogenesis os Relief* in

de meteorización, de intensidad y profundidad variable; seguida de una etapa de desmantelamiento o denudación de dichos mantos, que hacen aflorar zonas más profundas; así explica OLLIER (op. cit.) los inselbergs y BÜDELL (op. cit.) los pediments.

Partiendo de éstas y otras aportaciones, se inició la nueva tendencia que hacía casi insuperable la morfogénesis del relieve en los macizos antiguos y la del modelado en rocas graníticas y similares.

Así nacía la polémica de si los pediments, tal como se habían descrito originalmente, correspondían a una verdadera unidad morfogenética o, por el contrario, si habría que separar planicie y relieves residuales. En este contexto los inselbergs serían formas heredadas de ciclos previos, más húmedos, mientras que la planicie o pediment, sería producto de retoques en un contexto más árido.

El modelo de OLLIER (op. cit.) apunta en esa dirección, el de BÜDELL (op. cit.) iba más lejos; planteaba la génesis de los pediments, en su totalidad, como el producto de un ambiente de sabana. Se basaba en la sucesión climática con etapas más húmedas, de meteorización y «grabado de superficies», frente a otras más áridas, de erosión o desmantelamiento de dicha cobertura meteorizada, exhumando esa superficie grabada; así se originarían los «etch-plains».

#### LA GENESIS DEL SISTEMA CENTRAL EN EL CONTEXTO DE LOS ETCH-PLAINS: LA PEDIMENTACION DE SABANA

Basándose en todos los antecedentes ya expuestos, tanto a nivel local del Sistema Central, como a nivel general en otras zonas del mundo, PEDRAZA en 1978, plantea una clara asociación entre la morfogénesis del Sistema Central y la de los relieves residuales que comportan sus unidades (Fot. 3 y 4).

*Old Massifs*, and that of the *Modelate in Granite and similar rocks*, almost inseparable.

Thus the discussion about whether the «Pediment», as they had been described originally belonged to a true morphogenetic unit, or whether *Plains and Residual Reliefs* needed to be separated, was born. In this context the *Inselbergs* would be *Forms Inherited* from previous wetter cycles, while *Plains of Pediments* would be the end result of weathering in an arid context.

Ollier's model pointed in this direction, while that of the BÜDEL went further: he proposed that the genesis of all the pediments was the product of a savannah-type climate. He based himself on the climatic succession, with more humid stages of meteorization, and «*Surface Etching*», contrasted with other arid ones, of erosion or dismantling of the meteorized covering referred to, thus exhuming this etched surfaces: thus the «*Etchplains*» would be originated.

#### THE GENESIS OF THE CENTRAL RANGE IN THE CONTEXT OF ETCHPLAINS: PEDIMENTATION OF THE SAVANNAH

PEDRAZA, in 1978, basing his findings on all the points here expoused both at the local level of the Central Range and on a general level elsewhere in the world, put forward a clear association between the morphogenesis of the Central System and that of the residual reliefs which its component units provide.

Firstly, paleoclimatic and sedimentological data are considered as being of prime importance: from these (alterites, clay minerals, association of facies in tertiary basin materials, faunistic and floristic palaeoenvironments, etc.) we have to deduce a climatic succession since the Cretaceous, with wetter and drier periods, becoming steadily less warm and wet, until we reach contemporary climatic conditions.

— En principio se consideran como básicos los datos paleoclimáticos y sedimentológicos; de ellos (alteraciones, minerales de arcilla, asociaciones de facies en los materiales de las cuencas terciarias, paleoambientes faunísticos y florísticos, etc.) hay que deducir una sucesión climática desde el Cretácico, con etapas húmedas y áridas, progresivamente menos cálidas y húmedas, hasta consolidar el clima actual.

— En segundo lugar se establece como primordial la diferencia, ya señalada por BIROT (op. cit.), entre los piedemontes comportando inselbergs y las planicies superiores sin ellos. Aquí, sin embargo, se matiza lo defendido por BIROT (op. cit.); hay una presencia destacada de relieves residuales también en esas superficies superiores, si bien tipo monadnocks.

— En tercer lugar, se establece, igualmente, una morfogénesis poligénica para los piedemontes, en la línea ya señalada a partir de los modelos de OLLIER (op. cit.) y BÜDELL (op. cit.).

De acuerdo con estos planteamientos, los inselbergs y su planicie de base, corresponden a ciclos morfogenéticos diferentes y, por ello, tales relieves residuales, serían básicamente correlativos de los sedimentos que rellenan las cuencas del Duero y Tajo. Esto modifica las interpretaciones previas en las que, como hemos mencionado, se les asociaba a la sedimentación de los materiales conocidos como rañas que, a su vez, se les consideraba pliocenos.

Dichos sedimentos de relleno, aludidos como serie arcósica (a falta de mejor representación y evitando centrar las referencias en una dudosa cronología, si bien la arcósica es únicamente facies de borde en estas cuencas), son característicos de un modelo morfosedimentario de «cuencas intermontanas subsidentes, confinadas o semiconfinadas, con Abanicos Aluviales emergentes de los macizos montañosos y penetrando hacia zonas interiores donde se verifica la transición a facies químicas y evaporíticas».

*Secondly*, the above-mentioned difference, already pointed out by BIROT, is established between the Piedmonts containing *Inselbergs* and the *Higher Plains* where these are absent. Here however the arguments put forward by BIROT cannot be wholly accepted: there is too in these higher surfaces, a widespread presence of residual reliefs though of a *Monadnock* type.

*Thirdly*, in the same way, a *Polygenetic* morphogenesis is established for the «piedmonts», in the way already pointed out based on OLLIER'S and BÜDEL'S models.

According to these ideas, the *Inselbergs* and their Base Plain correspond to different morphogenetic cycles and, thus, such residual reliefs would basically correspond to the sediments which fill the Duero and Tajo basins. This modifies previous interpretation in which, as we have said, they were associated with the sedimentation of materials known as «Rañas» which in their turn, were considered as being Pliocene. These filling sediments, referred to as *arkosic series* (there being no better term and to avoid centring references on a doubtful chronology, even though the arkose is only a border facies in these basins) are characteristic of morphosedimentary model of «subsident basins intermountainous, confined or semi-confined, with alluvial fans rising from mountainous massifs and penetrating towards inner zones where the transition to chemical and evaporitic facies can be verified».

Correlative with these sedimentary processes are those of levelling of the massif; whether these processes are simply to bare it or whether in turn they generate mantles of weathering-denudation in more or less linked sequences. This leads to the exhumation of etched reliefs, to define a *Pediment or Savannalike surface*, or an *Etch-plain washed surface* characterized by *Inselbergs*.

A close observation of such inselbergs reveals thus how they are complex reliefs, culminating in crests, domes, arêtes, etc.

Correlativos con esos procesos sedimentarios, son los de arrasamiento del Macizo; ya sean simplemente denudadores, ya sean a la vez de generación de mantos de alteración-denudación en secuencias más o menos enlazadas. Ello conduce a la exhumación de relieves grabados, para definir una superficie «tipo pediment de sabana» o superficie de lavado tipo etchplains caracterizada por los relieves residuales tipo inselberg.

La observación detenida de tales inselberg, nos los muestra cómo unos relieves complejos, culminando en crestas, domos, aristas, etc. Pero lo más notable, sin duda, es que tal culminación llega a definir un nivel irregular, de cumbres que se sitúan entre la superficie que forma paramera ( $M_3$  de SCHWENZNER, 1937) y las de los piedemontes ( $M_2$  y  $M_1$  de SCHWENZNER, op. cit.). Si a lo anterior añadimos la presencia de rellenados, hombreras, incluso planicies restringidas que permiten definir dos o más roturas tipo NICK, su consideración como «residuos de un primitivo Etchplain está más que fundada».

Teniendo en cuenta, por otro lado, su carácter de elevaciones sobre los piedemontes, y la presencia de otros tipos de relieves residuales, que indican remodelaciones posteriores, es evidente concluir una morfogénesis específica para tales planicies, los piedemontes, a costa de la degradación de los primitivos Etchplain o Pediment de sabana.

De esta manera, se puede considerar que el primitivo Etchplain fue modificado y en gran medida borrado, en unas condiciones no muy distanciadas de las recientes o subactuales, desde el punto de vista ambiental. Quizás podría tratarse de climas ligeramente más secos, que favorecían la incisión fluvial tras un proceso de desnivelación tectónica a finales del Terciario, incluso a principios del Cuaternario, cerrando el ciclo arcóxico y generando un pediment similar a los descritos inicialmente como característico de zonas áridas o semiáridas.

En definitiva, en la morfogénesis del Sistema Central, cabría marcar cuatro gran-

But the most striking feature, undoubtedly, is that such culmination should define an irregular level of peaks which are found between the surface which forms the *Paramera* (heaths) (SCHWENZNER'S  $M_3$ , 1937) and those of the «Piedmont» (SCHWENZNER'S  $M_2 + M_1$ ). If we add to the former, the presence of shelves shoulder and even limited plains which allow us to define two or more Nick-type breaks, to considerer the mas «remains» os a primitive etchplain is more than justified.

Taking into account, on the other hand, that they are elevations over piedmonts and the presence in these of other kinds of residual reliefs, which indicate later remodeling it is clear that we may postulate a specific morphogenesis for such plains, the «piedmonts», at the expense of the degradation of the primitive *Etchplain or Savannah pediment*.

In this way it can be concluded that the primitive etchplain was modified and mostly swept away in conditions not all than different from recent ones, from an environmental point of view. Perhaps we are dealing with slightly drier climates which favoured fluvial incision after a process of tectonic unlevelling at the end of the Tertiary age, or even at the beginning of the Quaternary age, closing the *Arkosic cycle* and generating a Pediment similar to those initially described as a characteristic of arid or semi-arid zones.

In conclusion, in the morphogenesis of the Central System, we can make off four major stages: *one first* more extensive one which would end up deffining a surface of a *Polygenic Peneplain* type; *a second one* which would generate an *Etchplain* type *Savannah Pediment*; *a third* which would finish up reshaping that *Etchplain-type Surface*, transforming it into a *Pediment* or *Arid Pediment*; *a fourth*, acting on all the previous ones, in a process of degradation and/or consolidation of previous reliefs.

To the *first one*, which generates the *Peneplain*, correspond complex successive

des etapas: una primera y más dilatada que acabaría definiendo una superficie tipo penillanura poligénica; una segunda que generaría un pediment de sabana, tipo Etchplains; una tercera que acabaría remodelando esa superficie tipo Etchplains hasta transformarlo en un pediment (s. s.) o pediment árido; una cuarta, que actúa sobre todas las anteriores, en un proceso de degradación y/o consolidación de los relieves previos.

A la primera, de generación de la penillanura, le corresponden ciclos morfogenéticos complejos y sucesivos; es por tanto poligénica (tal como definiera KLEIN, 1975, este tipo de planicies) y de edad muy variada a lo largo del Sistema Central; tanto más moderna cuanto más occidental (hecho claramente señalado por SOLE SABARIS en 1952). En el dominio de Gredos, parece puede asociarse en sus momentos finales, Cretácico-Eoceno, con unas redes fluviales maduras, responsables de la sedimentación de materiales silíceos (a veces aludidos como siderolíticos). Tales materiales podrían ser el equivalente continental de las facies marinas y litorales, de zonas más orientales del Sistema Central (zona de Guadarrama); en cualquier caso marcan etapas previas a las de la serie arcósica.

La segunda de generación de Etchplains, marca un cambio notable en los ambientes y procesos. Se siga produciendo o no una alteración del zócalo, lo cierto es que, por relleno de cuencas y aparición de morfologías erosivas en el Macizo, hay que referirla como eminentemente denudadora. Aquí se inicia la morfogénesis granítica de una manera directa; gran parte de las formas mayores (domos, crestas, berrocales, etc.) presentes actualmente en el sistema central, tienen su raíz en el ciclo de las arcosas y tiene su desarrollo a lo largo de la mayoría del Terciario (quizás entre el Oligoceno y el Plioceno medio, inclusive, al menos en las zonas occidentales de Guadarrama y en Gredos).

La tercera etapa, la de generación de los pediments áridos, parece tener un cambio

morphogenetic cycles; thus it is a Polygenetic and of very varied age throughout the Central Range; becoming more modern as we move in a westerly direction (a fact which was perfectly clarified by SOLE SABARIS in 1952). In the lands of Gredos, it appears that the Cretacic-Eocene can be associated with a mature fluvial network which is responsible for the sedimentation of siliceous materials (sometimes referred to as siderolitic). Such materials could be the continental equivalent of the marine and coastal facies, of extreme eastern zones of the Central Range (in the Guadarrama area). In any case they indicate stages previous to those of the «Arkosic Series».

The *second* generation of *Etchplains* marks a striking change in environments and processes. Whether or not an alteration of the basement is still being produced, the truth is that, through the filling-in of basins and the appearance of erosive morphologies in the massif, it must be referred to as eminently denudatory.

Here the *Granitic Morphogenesis is initiated directly*; most of the *Major Forms* (domes, crests, crags) which there are at present in the Central System, have their origin in the *Arkosic cycle* and develop during most of the Tertiary age (may be between the Oligocene and middle Pliocene, inclusive, at least in western parts of Guadarrama and in Gredos).

The *third* stage, that of the generation of *Arid Pediments*, seems to present a more restricted environmental change, though the restructuring of the reliefs by the tectonic is very striking.

The reliefs of the previous stage being unlevelled, a series of erosive retouchings is produced, which present a certain local control; there still being a generalized levelling their morphogenesis depends on the relief context where they are produced. In this way, each of the pediments may be associated with a river basin, which were already beginning their definition, being consolidated in the present river system. This stage

ambiental más limitado, siendo muy notable, sin embargo, la reestructuración de los relieves por la tectónica.

Desnivelados los relieves de la etapa anterior, se producen una serie de retoques erosivos que presentan un cierto control local; aún existiendo una generalización en el arrasamiento, su morfogénesis depende del contexto del relieve donde se producen. De esta manera, cada uno de los pediments son asociable a unas cuencas fluviales, que ya iniciaban su definición hasta consolidar en las actuales.

Esta etapa podría corresponder, allí donde se encuentran, a la génesis de los materiales tipo rapa y asociados (el ciclo postarcósico).

La morfogénesis posterior, tras una nueva e importante desnivelación tectónica, se caracteriza por la remodelación «degradante de esas planicies», y la consolidación de las formas graníticas específicas, ya sean mayores, ya sean menores.

La tercera etapa se puede situar en el contexto del Plioceno, la siguiente entre el Plio-Pleistoceno y la actualidad.

Esta secuencia queda bastante bien marcada, tal como se ha señalado, en las diferentes generaciones de relieves residuales, así:

A la primera corresponde formas tipo monadnock; a la segunda inselbergs con frecuentes culminaciones dómicas; a la tercera relieves residuales menores dando domos o bornhardt (Fot. 3 y 4), crestones, etc., y relieves residuales mayores, tipo inselberg que presentan varias roturas de pendiente o nick, denunciando la poligénesis de los mismos. Su presencia en algunos lugares de las planicies tipo piedemonte, introduce otra generación de relieves residuales que se forma por la reelaboración de los previos, y la adición de pequeños «cerros testigo» como residuos de la planicie de pediment superior.

Considerando la evolución actual, regulada por unos climas (mediterráneos continentalizados) y unos procesos denudadores

might correspond, wherever it occurs, to the genesis of «raña» type materials and those associated with them (the «post Arkosic cycle»).

The *later* morphogenesis, after a new and major tectonic unlevelling, is characterized by the «degrading re-shaping of these plains» and the consolidation of specific granite forms, whether greater or lesser.

The *third* stage can be placed in a pliocene context and the following between the Plio-Pleistocene and the present day.

This sequence is quite well marked off, as has been pointed out, in the different generations of residual reliefs, thus: to the *first*, correspond *Monadnock* forms: to the *second*, *Inselbergs* with fragment *Dome-shaped* culminations: to the *third*, lesser residual reliefs producing *Domes* or *Bornhardt*, *Crests*, etc.; and major *Inselberg*, residual reliefs which present several slope beakages or *Nicks*, which reveal their polygenesis. Their presence in some places in piedmont plains introduces another generation of residual reliefs which is formed by the re-elaboration of the previous ones and the addition of small «witness-hills» as remains of the higher pediment plain.

Considering contemporary evolution, regulated by a continentalized mediterranean climate and baring processes (rivers and similares) to be contrasted with previous ones, everything points to wards an appreciable change in morphogenesis. This would lead to the degradation of previous modelates; this is only partly true, and is extremely interesting when considering the genesis of granite morphology.

It is true that contemporary denudative processes «degrade» previous plains, however, and at the same time, they are making granite-forms appear which, may be considered correlationables with some which appeared in previous cycles. We are referring to *Bornhardt Residual Reliefs*, or large-sized domes, which appear in the Pleistocene age associated with the incision of the hydrographic network (PEDRAZA, 1984).

(fluviales y asociados contrastados con los anteriores), todo hace o hacía pensar en un notable cambio en la morfogénesis. Esta habría de dirigirse a la degradación de los modelos previos; esto es así sólo en parte y tiene notable interés en la génesis de la morfología granítica.

Ciertamente que los procesos denudadores actuales «degradan» las planicies previas, sin embargo y al mismo tiempo, están haciendo aparecer formas graníticas que, en principio, son correlacionables con algunas propias de ciclos anteriores. Nos referimos a los relieves tipo bornhardt, o domos de notables dimensiones, que aparecen en el Pleistoceno asociados al encajamiento de la red hidrográfica (PEDRAZA, 1984).

La presencia de otras formas graníticas y su relación con estos procesos actuales y/o subactuales, y la caracterización de las alteraciones, ya sean antiguas, ya recientes, es objeto de otras ponencias en este ciclo sobre los relieves graníticos.

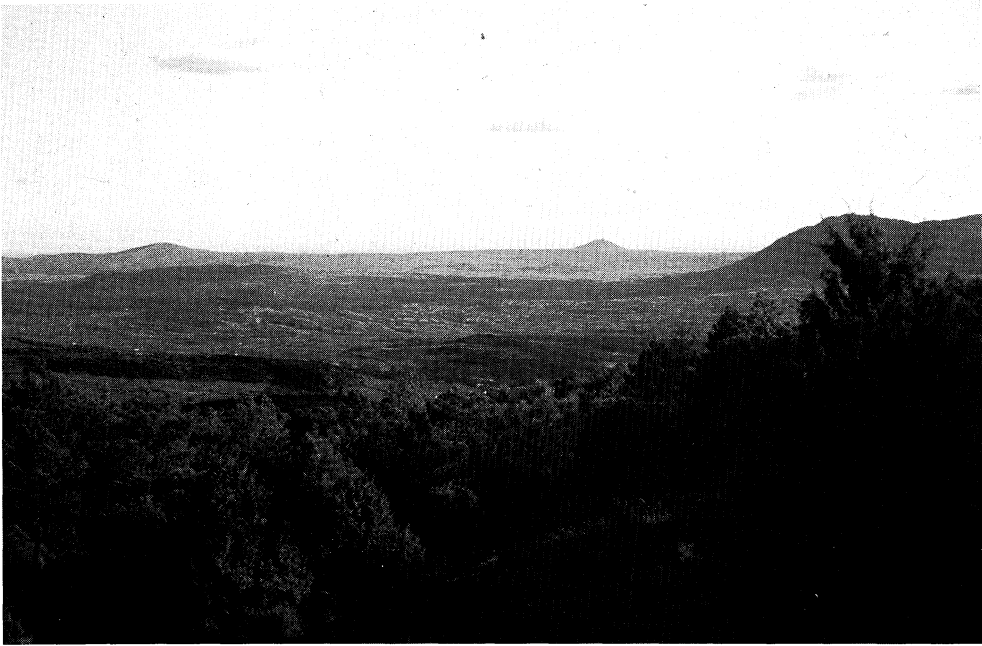
Concluamos pues, que, a nivel global, los relieves graníticos mayores, tales como domos, crestas, berrocales, arenizaciones generalizadas, y lanchares, son formas generadas o con raíces en los procesos de pedimentación de sabana ocurridos durante el ciclo arcósico (Oligoceno a Plioceno). Queda por determinar cuál es el significado de esos domos de exhumación reciente ya citados; bien simple convergencia, bien el resultado de una morfogénesis propia y específica de las rocas graníticas que, sin importar cual sean los condicionantes climáticos, tienden a ese tipo de fisonomías, modificando únicamente sus dimensiones.

The presence of other granite forms and their relationship with present-day or subactual processes, and the characterization of the alterations, either ancient or modern, is the subject of further notice in this book concerning granite reliefs.

We may conclude, then, that a global level, major granite reliefs, such as *Domes*, *Crests*, *Crags*, generalized *Grus* and *Sheet Diaclases* (lanchares), in part are forms generated or with roots in the processes of *Savannah Pedimentation* which occurred during the *Arkosic cycle* (from Oligocene to Pliocene age). It remains to be seen what is the meaning of these recent *Domes of Exhumation*, already referred to; it may be simple convergence, or the result of a specific morphogenesis of the granite rocks, which, no matter what the climatic conditions, tend towards this type of physiognomy, only the dimensions being modified.

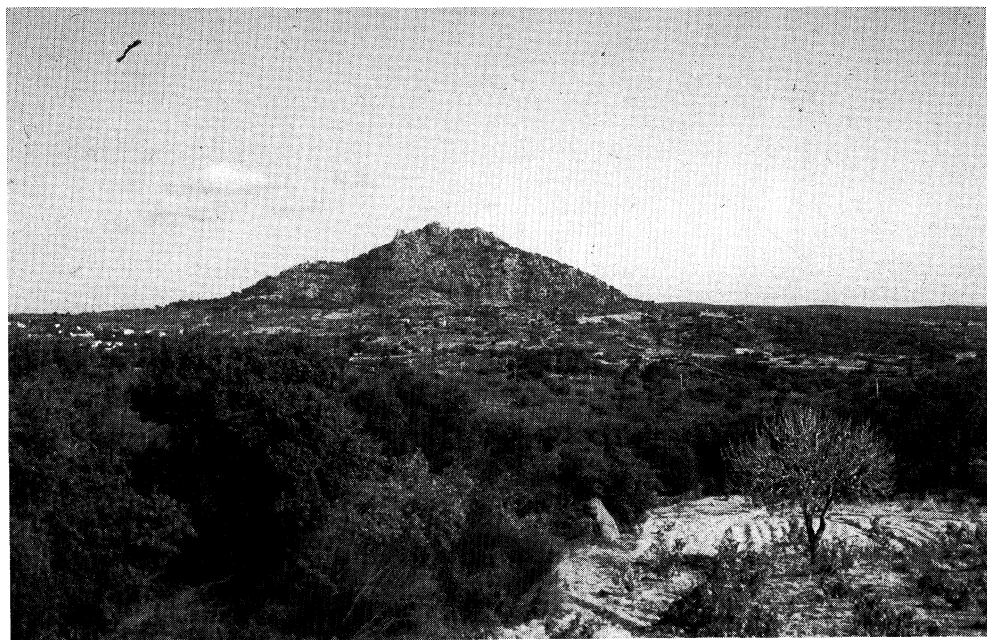
## BIBLIOGRAFIA

- BENAYAS, J.; PEREZ MATEOS, J. y RIBA, O. (1960). Asociaciones de minerales detríticos en los sedimentos de la cuenca del Tajo. *Anales de Edafología*, Tomo XIX, n.º 11: 635-670 (Madrid).
- BIROT, P. 1937 (1945). Sur la Morphologie de la Sierra de Guadarrama occidental. *Ann. de Géogra.* Tomo XLVI: 25-42. Paris. (Traducido por C. Vidal Box, en *Estudios Geográficos*, Tomo 6, n.º 18: 155-168. 1945, Madrid).
- BIROT, P. y SOLE SABARIS (1954). *Investigaciones sobre la morfología de la Cordillera Central Española*. Instituto Juan Sebastián Elcano (C. S. I. C.), 87 pp. Madrid.
- BOTELLA y HORNOS, F. (1884). Notas sobre la alimentación y desaparición de las grandes lagunas peninsulares. *Actas de la Soc. Española Hist. Nat.* Tomo XIII: 79-90 (Madrid).
- BÜDEL, J. (1957). Double surfaces of leveling in the humid tropics. *Cit. Geomorph.* 1(2): 223-225 (sumario inglés en *Planation surfaces*, Bemch. Papers. in Geology vol. 22: 361-366. Halsted Press, 1975).
- CALDERON y ARANA, S. (1884a). Sobre el origen y desaparición de los lagos terciarios en España. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*. Tomo 8 (Madrid).
- CALDERON y ARANA, S. (1884b). Contestación a la nota del Sr. Botella sobre la alimentación y desaparición de las grandes lagunas peninsulares. *Actas de la Soc. Española Hist. Natur.*, Tomo XIII: 98-109 (Madrid).
- GUTIERREZ ELORZA, M. y RODRIGUEZ VIDAL, J. (1978). Consideraciones sobre la morfogénesis del sistema Central. *Boletín Geológico y Minero del I. G. M. E.*, T. LXXXIX, 11: 109-113 (Madrid).
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1923). Edad y origen de la Cordillera Central de la Península Ibérica. *Asoc. Española para el Progreso de las Ciencias*. Congreso de Salamanca II: 119-134 (Madrid).
- HUERTAS, F.; LINARES, J.; MARTIN VIVALDI, J. L. (1971). Minerales fibrosos de las arcillas en cuencas sedimentarias españolas. 5. Cuenca del Tajo. *Boletín Geológico y Minero*, Tomo 72-6: 534-542 (Madrid).
- KLEIN, C. (1975). Massif armoricain et Bassin Parisien. Tesis Doctoral. *Rev. Geogr. Phys. Geol. dynam.* 2, XVI, 1974: 87-100 (Antecedentes).
- MOLINA BALLESTEROS, E. (1980). Alteración relicta y morfogénesis del Macizo Cristalino de Toledo. *Studia Geológica Salmantense* XVI: 15-25. Universidad de Salamanca. (pre-print de 1978).
- OLLIER, C. D. (1960). The Inselbergs of Uganda. *Zeit. für Geomorph.* Bd. 4 (1): 43-52. Berlín.
- PEDRAZA, J. (1978). Estudio geomorfológico de la zona de transición entre las Sierras de Gredos y Guadarrama (Sistema Central Español). Tesis Doctoral. Univ. Complutense. Facultad de Geología (Madrid). Inédita.
- PEDRAZA, J. (1984). Domos graníticas de exhumación cuaternaria en la rampa de Cadalso de los Vidrios (Sistema Central Español). *Actas del Congreso Español de Geología*. Tomo I: 535-552.
- SCHWENZNER, J. E. (1937). Zur Morphologie des Zentralspanischen ochlandes. *Geogr. Abhandlungen*, 3 R. H. 10. Stuttgart. (Traducido en el *Boletín de la Real Soc. Española de Historia Natu.* vol. XIV: 121-147 (Madrid 1943).
- SCHMIEDER, O. (1915). Die Sierra de Gredos. *Mitt des Geogr. Gesell.* 10, 5. Münch. (Traducido en *Estudios Geográficos* XIV, n.º 521: 421-440 y 53 páginas 629-653). C. S. I. C. (Madrid).
- SOLE SABARIS, L. (1952). *Geografía Física de España*. Tomo 1 de la Geografía de España y Portugal. M. Teran (Edit.). Ed. Montaner y Simón. Barcelona.



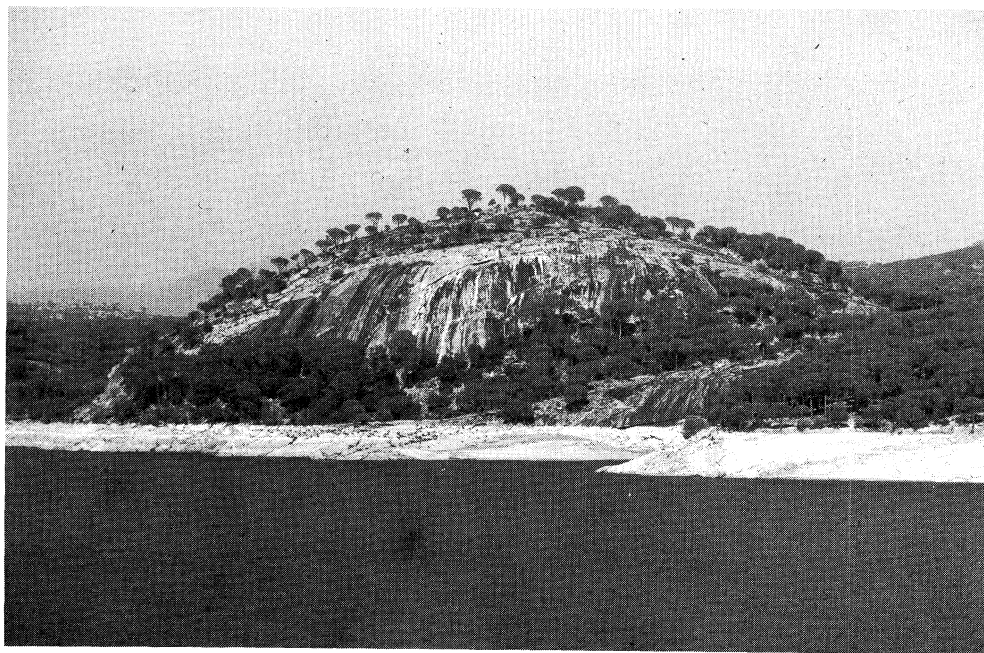
Fot. 1. Paisaje característico de la Rampa (superficies de Piedemont) con el perfil del pedimento con relieves residuales tipo inselberg con el de Peña de Cadalso (Sistema Central Español).

Characteristic landscape of the «Rampa» (Piedmont Surfaces) with pediment profile, containing inselberg residual reliefs with these of Peña de Cadalso (Spanish Central Range).



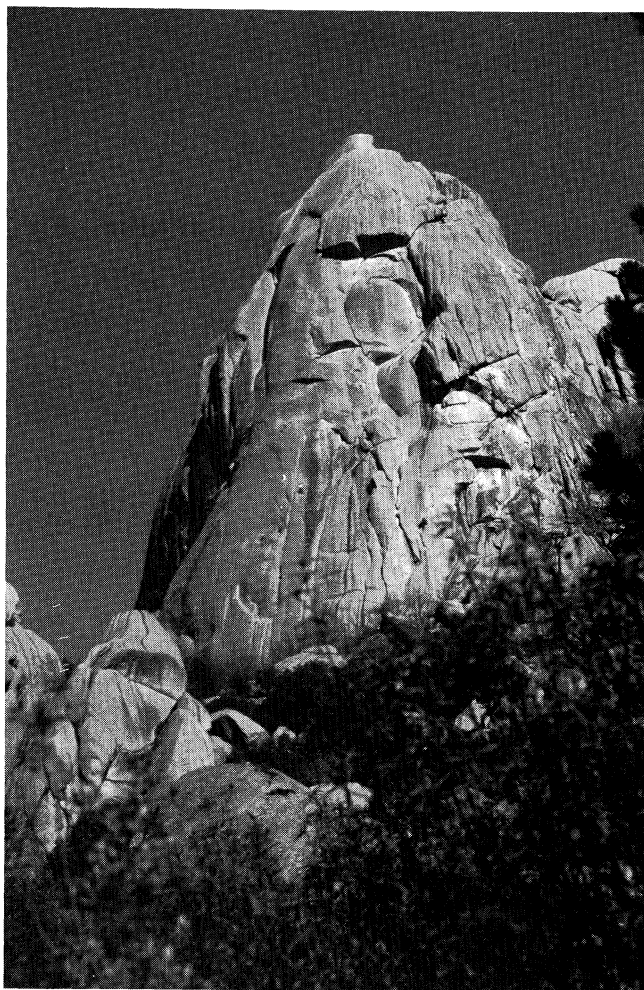
Fot. 2. Detalle de relieve residual en leucoadamellitas en Peña de Cadalso (Sistema Central Español).

Detail Residual Relief in leucoadamellites Peña de Cadalso (Spanish Central Range).



Fot. 3. Forma tipo bornhardt con forma dónica, correspondiente a El Yelmo, en el río Alberche-Cofio (Sistema Central Español).

Dome-shaped, Bornhardt-type form, corresponding to El Yelmo, in the Alberche-cofio river (Spanish Central Range).



Fot. 4. Forma dómica de forma de campana correspondiente a El Pájaro en Pedriza de Manzanares (Sistema Central Español).

Bell-shaped, dome form, Bornhardt-type, corresponding to El Pájaro in Pedriza de Manzanares (Spanish Central Ranges).