

Variables de control en la génesis y desarrollo del modelado granítico. Análisis de microformas en el macizo de Manzaneda (Galicia, España)

Control variables on the genesis and development
of granitic modelate. Analysis of microforms at the
Macizo de Manzaneda (Galicia, NW Spain)

UÑA ÁLVAREZ, E. de

Morphometric analysis results from Manzaneda granitic massif (Galicia, Spain) is displayed. Field observations of gnammas sample are subject to exploratory and multivariate techniques. Explanation results provide conclusion set to confirm the origin and development hypothesis of this micromodelate, weighting control variables involved in the same.

Key words: Granite, Gnamma, Morphometry.

UÑA ALVAREZ, E. de . Área de Geografía Física. Facultad de Humanidades de Orense (Universidad de Vigo).
Campus Universitario de As Lagoas. 32004-Orense (Galicia, España).

INTRODUCCIÓN

El modelado de los afloramientos graníticos presenta gran variedad de *microformas* cuya génesis se atribuye a la acción combinada de una serie de procesos desarrollados en las fases que preceden a su exposición en superficie; la evolución posterior de estas *formas primarias* se relaciona con las modificaciones sufridas en condiciones epigénicas, derivándose de aquéllas, en función de su naturaleza, magnitud e intensidad, un amplio cortejo de *formas secundarias* (TWIDALE y VIDAL, 1994).

La morfología en cavidades cóncavas conocidas como *gnammas* (*pías* en Galicia) constituyen probablemente el tipo de micromodelado más frecuente en los granitos, caracterizándose por el elevado rango entre sus dimensiones (oscila de valores centimétricos a métricos), la ausencia de pautas en los sistemas de organización (aparecen aisladas, en grupos y en conjuntos coalescentes), su variabilidad geométrica (tanto en planta como en perfil) y funcional, y las propiedades ubicuas de su emplazamiento y distribución en el espacio.

Las *gnammas se interpretan* como el resultado de dos secuencias de eventos asociados a la evolución de los afloramientos rocosos: en las etapas de deformación endógena (vía tectónica y subedáfica) se generan planos de discontinuidad rectores del progreso de la meteorización subsuperficial, mecanismo que controla los caracteres primarios de la forma; una vez en superficie los mecanismos subaéreos dirigen los procesos que son responsables de sus caracteres secundarios observándose un aumento de las dimensiones cuanto mayor sea su edad; en consecuencia, en esta última etapa se perpetúan en el modelado los caracteres derivados de la es-

tructura de la roca a la vez que se imprimen en el mismo las huellas irreproducibles de las acciones exógenas (VIDAL, 1989).

Se deduce, por tanto, el interés que representa el *análisis de las variables* implicadas a fin de contrastar estas hipótesis y avanzar en el conocimiento de los elementos de control en la génesis y desarrollo de las *gnammas*. Se apoyará en otros estudios realizados sobre el tema (p.e. VIDAL, 1982; DE UÑA, 1985; DE UÑA, 1986; VIDAL et al., 1990), que ponen de manifiesto las características ya suscritas de tales *microformas*, así como en los resultados de un ensayo de aplicación del análisis morfométrico exploratorio y multivariado en otros macizos graníticos de Galicia (DE UÑA, 1996).

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio (Fig. 1) corresponde al sector de alta vertiente y cumbres del macizo de Manzaneda (Cabeza de Manzaneda, 1.778 m) insertado en el conjunto de las denominadas Sierras orientales de Galicia. *La morfología general* del relieve responde a los acontecimientos geológicos mayores que han tenido lugar en el NO del Macizo Hespérico: es la de un bloque sometido a varios episodios de levantamiento, aplanamiento y abombamiento que han originado una estructura en horst dominada por sistemas de fracturación tardihercínica (NNE-SSO, NE-SO, NO-SE, E-O), identificados igualmente en la densa red de diaclasación superficial de tipo ortogonal y/o curvilíneo, en el, se reconocen retoques periglaciares y glaciares; la disposición de las megaformas y mesoformas refleja la influencia de procesos denudativos diferenciales a partir de las estructuras maestras, preparados por im-

portantes fases de meteorización previa (MARTINSERRANO, 1989). *La petrología* se define por la existencia de granito alcalino de dos micas, sincinemático, moderadamente leucocrático y, habitualmente, de grano medio-grueso; en el sector somital, la composición revela mayor riqueza en cuarzo (con abundancia de venas y diques) con facies muy leucocráticas y, ocasionalmente, grano fino-medio (ITGME, 1989).

La naturaleza del *clima* deriva de una secuencia interpretada a partir de un ambiente húmedo y cálido durante el mesozoico (dominio de procesos de alteración); progresivamente, evoluciona hacia condiciones menos húmedas y más templadas, de manera que en el tránsito del terciario al cuaternario presentaría condiciones semejantes al mediterráneo actual (dominio de procesos erosivos); el pleistoceno, caracterizado por el frío (dominio de procesos glaciares y periglaciares), precede el inicio del calentamiento holoceno hacia un ambiente más cálido y húmedo que el de nuestros días (VIDAL, 1979). En el último período citado (s. XVII/s. XX) se han estudiado recientemente tendencias de cambio que reflejan un descenso de la oscilación térmica (a causa del incremento de la temperatura primaveral) acompañado de la disminución de la pluviosidad en las estaciones intermedias (CREUS et al., 1995). En la actualidad, los rasgos generales del clima (asociados a la pérdida de influencia de la masa oceánica y al efecto de la altitud) incluyen el sector en un ambiente de montaña que refleja la degradación del tipo subtropical húmedo dominante en el litoral de Galicia: temperatura media anual entre 7 y 8°C; amplitud térmica entre 16 y 17°C; y precipitación total que supera los 2.000 mm, con la existencia de un período seco coincidente con la

estación más cálida del año (15% de precipitación en verano), lo que le define como una "isla" de frescor y humedad en el territorio del "clima gallego interior" (MUÑOZ JIMENEZ, 1980).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la *recogida de los datos de campo* se ha llevado a cabo un muestreo espacial siguiendo un transecto NNE-SSO en la vertiente superior y la cumbre del macizo a lo largo de 10 Km. El grupo de gnammas (36 observaciones) se localiza, pues, entre los 1.190 y 1.770 m de altura. El *fichero base* de la investigación se conformó con una serie de indicadores que hacen alusión tanto a las propiedades geométricas cuanto a las condiciones estructurales y ambientales de las cavidades, valoradas por lo que respecta a su posible influencia en la génesis y desarrollo de las mismas (Cuadro 1).

Es decir, se consideró la petrología por su mayor o menor grado de alterabilidad potencial; la existencia de meteorización subaérea (física, físico-química) por su papel como aceleradora del proceso; la ubicación en una superficie horizontal o inclinada por la relación con el desarrollo de los bordes; la orientación por la exposición cara a los flujos de humedad y viento.

A continuación, se elaboró una base de información secundaria obteniéndose un conjunto de *índices* morfométricos que sintetizan las características morfológicas de las gnammas (Cuadro 1). Se realizó un *análisis estadístico exploratorio* de todos los datos a fin de conocer las medidas de centralidad y dispersión las cuales, junto con la distribución de frecuencias de los valores, permitieron definir la diversidad y tipología de las cavidades objeto de estudio, avanzando con su

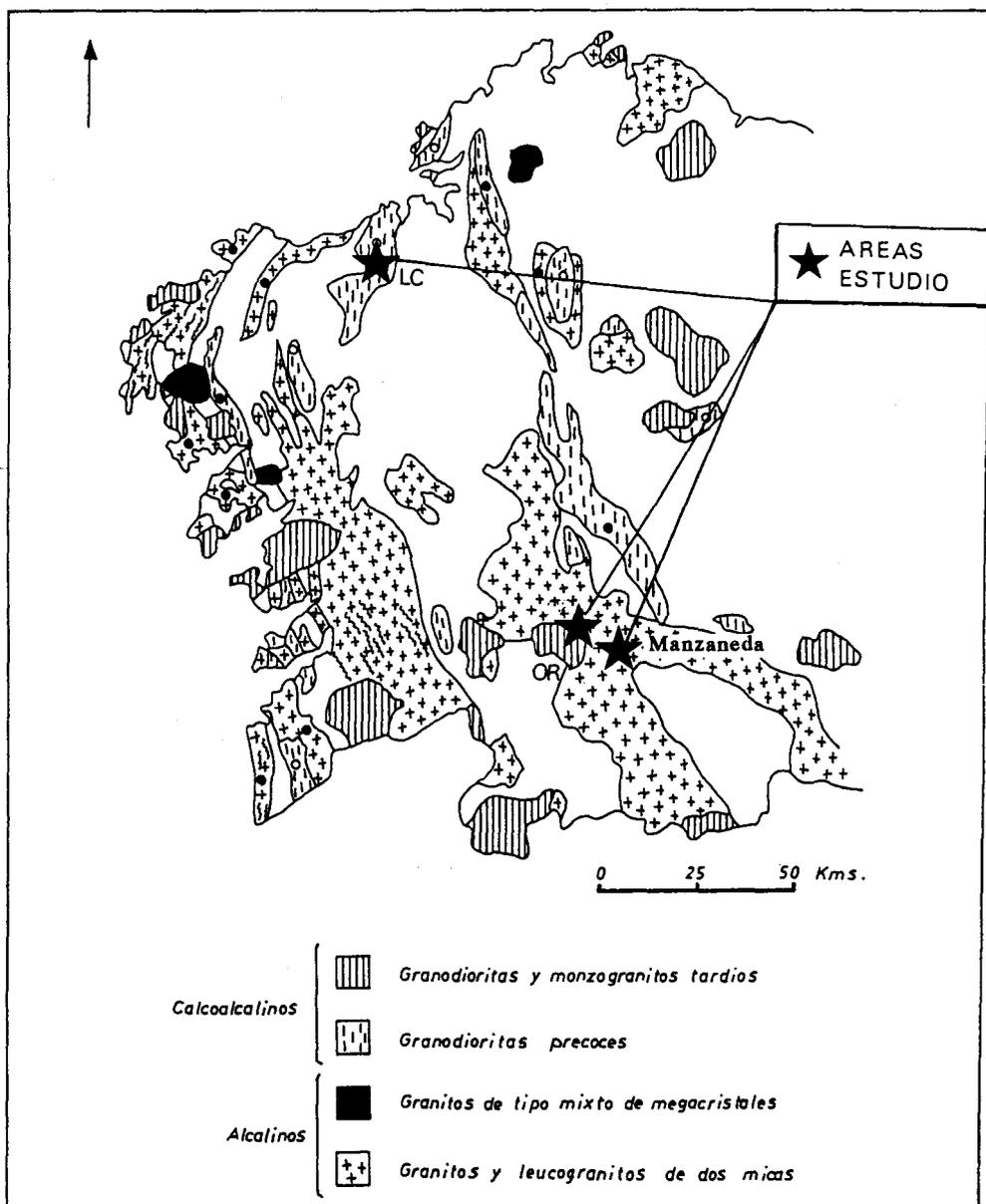


Fig. 1. Localización de los macizos graníticos

CUADRO 1. Variables seleccionadas para el estudio

TIPO	DENOMINACIÓN
Geométricas	Perímetro (cm) = P Longitud en Superficie (cm) = LS Anchura en Superficie (cm) = AS Longitud en Fondo (cm) = LF Anchura en Fondo (cm) = AF Profundidad Máxima (cm) = PMX Profundidad Mínima (cm) = PMN Semiejes Geométricos (cm) = SLM, SL, SAM, SA, etc.
Morfométricas	Índice de Compacidad en Superficie = ICS Índice de Compacidad en Fondo = ICF Producto de Simetría = PS Relación de Profundidad = RP Índice de Sinuosidad Horizontal = ISH Índice de Sinuosidad Vertical = ISV
Geológicas	Composición del Granito = PET Textura del Granito = GR Presencia de Meteorización = MET
Geográficas	Valor de la Altitud (m) = ALT Valor de la Orientación = OR Inclinación de la Superficie = TOP

interpretación la validez de algunas hipótesis de trabajo.

En la fase siguiente se observaron los resultados de la *matriz de correlaciones*, con un propósito doble: distinguir el sentido y la magnitud de la asociación entre los cuatro tipos de variables seleccionadas y eliminar aquellas redundantes, que pudieran interferir

en la etapa posterior del análisis. Al mismo tiempo, se contrastaron las hipótesis de partida validadas anteriormente. Esta matriz se sometió, seguidamente, a un *análisis multivariado* (componentes principales) en función del cual pudo estimarse la carga ponderada de cada una de las variables seleccionadas para el estudio y las interacciones

latentes en el proceso genético y evolutivo de las gnammas.

Las conclusiones deducidas de la aplicación de las técnicas cuantitativas y las aportaciones relevantes de estudios previos sobre temáticas similares, por último, han constituido el marco de comparación con los resultados obtenidos en otros dos macizos gallegos de diferentes rasgos geológicos y ambientales.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los valores medios de la muestra de gnammas obtenidos para las diversas *medidas de campo* (Tabla 1) que han sido explicadas en el punto anterior, definen la geometría "normal" del micromodelado objeto de estudio en el área considerada como la de una cavidad de planta ovoide que se estrecha ligeramente en su fondo, de profundidad máxima moderada, con rebajamiento apreciable de parte de su borde superior y/o desarrollo de un exutorio.

El análisis de la distribución de frecuencias permite matizar el significado de dicha geometría. En el caso de la profundidad, la clase modal se corresponde con dimensiones inferiores: para la máxima, entre los 5-10 cm (47%), siendo el intervalo siguiente en frecuencia el de los 10-20 cm (28%); para la mínima, entre los 0-5 cm (61%), siendo el intervalo siguiente en frecuencia el de los 5-10 cm (28%); es decir, el ahondamiento vertical de las gnammas suele ser inferior al valor central obtenido. En el caso del perímetro, si bien coincide con el intervalo en que se identifica la media (100-150 cm = 31%), las medidas entre 50 y 100 cm suponen una cuarta parte del total de la muestra siendo excepcionales las que superan los 200 cm; el 77% de los casos presentan valores entre 50 y 200 cm.

Por lo que respecta a la longitud y anchura (Tabla 2) se observa también en algunas medidas el peso importante de dimensiones inferiores a la media, representadas bien en el intervalo de mayor frecuencia bien en el

TABLA 1. Valores geométricos medios

MEDIDA DE CAMPO	VALOR (cm)
Perímetro	133,36
Longitud en Superficie	44,11
Anchura en Superficie	34,36
Profundidad Máxima	15,22
Profundidad Mínima	5,56
Longitud de Fondo	38,64
Anchura de Fondo	28,19

TABLA 2. Frecuencias relativas de las dimensiones geométricas

Intervalo (cm)	LS	AS	LF	AF
0 - 25	27,78	30,55	38,88	47,23
25 - 50	38,88	55,55	36,12	41,66
50 - 75	19,44	11,12	13,89	08,33
75 - 100	11,12	00,00	08,33	00,00
100 - 150	02,78	02,78	02,78	02,78
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

LS = Longitud en superficie; AS = Anchura en superficie; LF = Longitud de fondo; AF = Anchura de fondo.

intervalo subsiguiente a la clase modal; los registros <50 cm suponen aproximadamente el 89% de los casos para la AF, el 75% para la LF, el 87% para la AS y el 67% para la LS; en consecuencia, el valor de la apertura (ahondamiento lateral) de la gnamma en el fondo suele ser sensiblemente inferior a la media mientras que en superficie es moderadamente inferior (en sentido transversal) o ligeramente inferior (en sentido longitudinal).

En relación con otros valores centrales (medianas), la distancia respecto a los pro-

medios aritméticos es considerable en el mismo sentido. Los parámetros de dispersión de la muestra (Tabla 3) sugieren que la evolución de la gnamma y su estado actual están fundamentalmente controlados por la magnitud e intensidad de los procesos en sentido longitudinal tanto en la superficie como en el fondo, a partir del punto inicial de su génesis, lo cual no hace sino confirmar la importancia del sistema de diaclasación previo.

TABLA 3. Estadística de las variables geométricas

MED	P	LS	AS	PMX	PMN	LF	AF
Mínima	25,00	9,00	9,00	5,00	1,00	8,00	8,00
Máxima	400,00	150,00	112,00	65,00	30,00	140,00	100,00
Rango	375,00	141,00	103,00	60,00	29,00	132,00	92,00
Mediana	115,00	36,50	33,00	12,50	3,50	29,50	25,00
Media	133,36	44,11	34,36	15,22	5,56	38,64	28,19
Desviac.	79,91	28,28	19,72	13,59	6,24	27,55	18,82

Valores brutos en cm para: P = Perímetro; LS = Longitud en superficie; AS = Anchura en superficie; PMX = Profundidad máxima; PMN = Profundidad mínima; LF = Longitud de fondo; AF = Anchura de fondo.

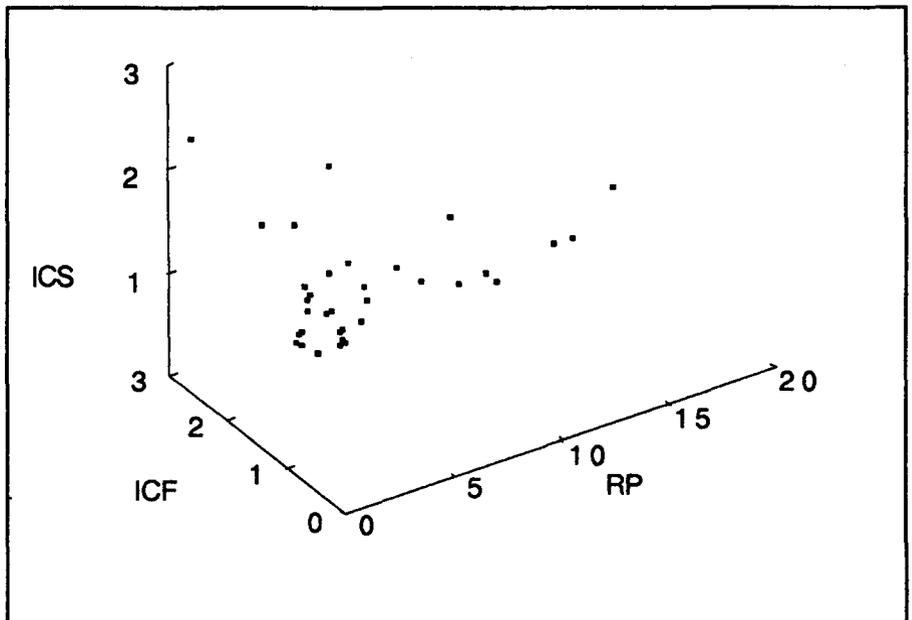
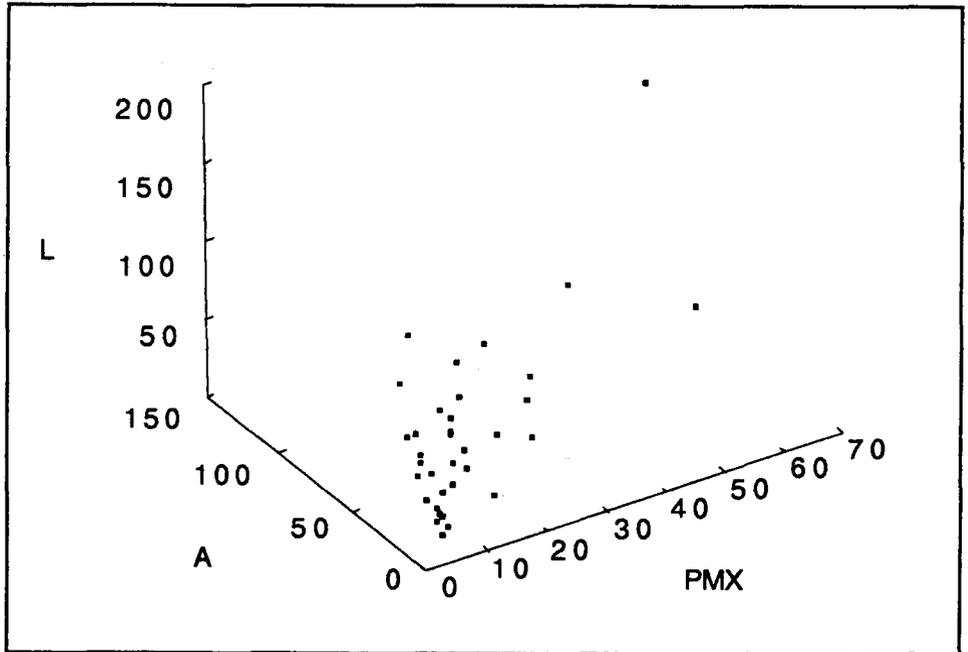


Fig. 2. Valor de las dimensiones morfométricas

Los resultados de los *índices morfométricos* y su distribución de frecuencias pueden utilizarse como prueba de contraste de las inferencias realizadas a partir del análisis estadístico exploratorio de las medidas de campo (Tabla 4).

Los de compacidad para la superficie (ICS = LS/AS) y fondo (ICF = LF/AF), ponderados con el producto de simetría (PS = RLxRA) derivado de la relación entre los semiejes longitudinales y transversales, confirman en sus valores medios la morfología de cavidades ovaladas con plantas de fondo similares a las de superficie. Así sucede en la mayoría de los casos (50% de la muestra) aunque existe una importante frecuencia relativa de geometrías circulares en superficie (33%) y fondo (17%), a la vez que las alargadas, en ambos casos, suponen el 17% de la muestra, lo cual incide acerca del desarrollo anisótropo del ahondamiento lateral de la gnamma (preferentemente en

sentido longitudinal) comentado en líneas anteriores.

La relación de profundidad (RP = PMX/PMN) indica por sus valores medios un grado de degradación avanzado de las microformas, representando el estado de profundidad alcanzado en el proceso en relación con el rebajamiento del borde y la posible formación de exutorio en condiciones subaéreas. Sin embargo, presenta una variabilidad notable en la muestra lo que hace pensar en la existencia de gnammas de diferentes edades. En el 55% de los casos se han obtenido resultados indicativos de degradación moderada (RP entre 1 y 5) y en el 25% indicativos de degradación elevada (RP >5) mientras que en el 20% de los mismos (RP = 1) se manifiesta la ausencia de degradación del borde; generalmente, los últimos citados coinciden con cavidades de morfología circular y pequeñas dimensiones.

TABLA 4. Estadística de los índices morfométricos

MEDIDA	ICS	ICF	PS	RP
Mínima	1,00	1,00	1,00	1,00
Máxima	2,24	2,95	3,70	18,00
Rango	1,24	1,95	2,70	17,00
Mediana	1,17	1,25	1,49	2,78
Media	1,26	1,36	1,69	4,47
Desviación	0,30	0,39	0,64	4,15

Por último, la consideración de dos tipos de relaciones morfométricas aporta información acerca de las características y desa-

rrrollo de las gnammas. La relación de sinuosidad horizontal (ISH = P/LS) revela la configuración del borde superior de las cavi-

dades: asevera las propiedades anteriormente descritas por su promedio (3,18), oscilando entre valores sinuosos (50% de los casos) y muy sinuosos (45% de los casos) para el conjunto de la muestra. La relación de sinuosidad vertical ($ISV = PMX/A$) refleja de forma sintética el perfil de las formas: el resultado del promedio (0,44) avala la referida profundidad moderada que resulta extensible a casi la totalidad de los casos (en el 97%, el ISV es < 1), comprobando la mayor isotropía de los procesos asociados al ahondamiento vertical.

Los resultados de la matriz de correlaciones para el conjunto de variables comentadas (coeficiente de correlación de Pearson) expresan, como cabría esperar, grados de asociación positiva muy alto ($> 0,9$) entre longitud, anchura y perímetro que se concretan por las relaciones siguientes: longitud de superficie con P, AS, y LF; anchura de superficie con P, AF, y LF; longitud de fondo con P y AF.

Se obtienen, asimismo, asociaciones positivas altas (0,7 a 0,9) entre dichas variables y las relativas a profundidad como la pro-

fundidad máxima con LS, AS, PMN, LF, y AF; o la anchura de fondo con P, LS, y AS. Además, los grados de asociación positiva media (0,5 a 0,7) relacionan la profundidad mínima con P, LS, AS, LF y AF.

Por lo tanto, parece evidente que la geometría de superficie tiende a perpetuarse una vez iniciado el proceso de formación de la gnamma, controlando en su desarrollo el incremento de profundidad y la morfología del fondo; sin embargo, no existen correlaciones significativas de la relación de profundidad con las variables geométricas, lo que hace pensar que en la degradación del borde de la cavidad intervienen activamente mecanismos subaéreos (epigénicos).

La importancia de este hecho se subraya si tenemos en cuenta que los resultados de la correlación elaborada entre estas variables y las que hemos denominado *variables geográficas* (Tabla 5) se caracterizan, en términos generales, por la ausencia de grados de asociación altos ($> 0,7$).

El tipo de meteorización presente es la variable que presenta mayor grado de asociación (positiva) con las variables geomé-

TABLA 5. Extracto de la matriz de correlación

V	ALT	PET	GR	TOP	MET	OR
P	-0,36	0,49	0,18	0,17	0,58	0,04
LS	-0,39	0,43	0,20	-0,00	0,53	0,06
AS	-0,47	0,47	0,21	0,12	0,51	0,02
LF	-0,43	0,42	0,19	-0,10	0,54	0,09
AF	-0,47	0,41	0,15	-0,03	0,47	0,03
PMX	-0,40	0,36	0,24	-0,04	0,28	-0,03
RP	-0,35	0,34	0,46	0,20	0,22	0,16

ALT = Altitud; PET = Tipo de Granito; GR = Tamaño de Grano; TOP = Inclinación de la Superficie; MET = Presencia de Meteorización; OR = Orientación.

TABLA 6. Resultados del análisis de componentes

<i>COMPONENTES PRINCIPALES NO ROTADOS</i>				
	F1	F2	F3	F4
LS	0,93	0,27	-0,04	0,01
AS	0,94	0,20	0,05	0,12
PMX	0,78	0,14	-0,12	0,17
LF	0,94	0,29	-0,09	-0,05
AF	0,91	0,28	-0,08	0,05
RP	0,25	-0,62	0,38	-0,05
ISH	-0,21	-0,02	0,56	0,32
ALT	-0,66	0,63	0,18	-0,01
PET	0,64	-0,53	0,28	-0,06
GR	0,39	-0,76	-0,26	0,10
TOP	0,00	0,04	0,71	0,50
MET	0,55	0,24	0,48	-0,19
OR	0,09	-0,00	0,43	-0,83
<i>COMPONENTES PRINCIPALES ROTADOS</i>				
	F1	F2	F3	F4
LS	0,95	0,12	-0,08	0,07
AS	0,95	0,20	0,05	0,02
PMX	0,78	0,18	-0,05	-0,13
LF	0,96	0,11	-0,15	0,10
AF	0,95	0,11	-0,09	0,02
RP	-0,04	0,68	0,25	0,23
ISH	-0,17	-0,03	0,65	0,01
ALT	-0,35	-0,83	0,21	0,08
PET	0,36	0,75	0,14	0,22
GR	0,07	0,84	-0,22	-0,23
TOP	0,06	0,01	0,86	-0,03
MET	0,57	0,03	0,28	0,49
OR	-0,02	0,05	-0,09	0,93

tricas siendo particularmente apreciable en su relación con las dimensiones P, LF, AS, y AF. La naturaleza del sustrato litológico y la posición en altitud reflejan coeficientes similares aunque diversos en su sentido y relación: el primero se asocia (positivamente) al P, LS, AS, LF y AF, mientras que la segunda se asocia (negativamente) a la AS, LF, AF y PMX, presentando coeficientes ligeramente inferiores con el resto de las variables. El tipo de grano sólo manifiesta una asociación positiva con la RP, y los coeficientes obtenidos para el caso de la topografía y la orientación no son significativos. En consecuencia, estas variables inciden sobre las características de las gnammas ya expuestas de manera secundaria favoreciendo (a mayor alterabilidad del granito) o ralentizando (a mayor altitud) la apertura y ahondamiento de las mismas, con la salvedad del caso de la RP.

Sometida la matriz de correlaciones a un análisis de componentes principales para discriminar la estructura latente relacionada con la varianza de la muestra (Tabla 6), se distinguen en principio *cuatro factores* que explican la influencia combinada de las variables retenidas para el 42% (F1), el 15% (F2), el 12% (F3) y el 9% (F4) de la misma. Según el resultado de los coeficientes, el primero de ellos está formado básicamente por las variables LS, LF, AS, AF, PMX, junto con ALT, PET, y MET; el segundo, por las variables GR, ALT y RP; el tercero, por las variables TOP e ISH; y el cuarto por la variable OR.

La rotación varimax permite una mejor aproximación en los resultados. Se equilibra el porcentaje de explicación de la varianza (37%, 20%, 11% y 10% para F1, F2, F3 y F4 respectivamente) y se define de manera más adecuada las combinaciones subyacentes entre las variables retenidas.

El primer factor aglutina las variables relacionadas con las dimensiones geométricas de las gnammas (longitud, anchura y profundidad) subrayando de forma secundaria la importancia de los procesos actuales de meteorización. *El segundo* agrupa las variables referidas a la composición y (sobre todo) textura de la roca (tipo de granito y tamaño del grano) con la posición en altitud, incidiendo así en el papel de las condiciones ambientales y evidenciando la conexión del conjunto con la magnitud de la degradación del borde de las cavidades (relación de profundidad). Ambos factores suponen un 57% del total de varianza explicada y, en consecuencia, son los de mayor potencia resolutoria, permaneciendo *en tercer y cuarto lugar* dos componentes individualizados por la influencia de la inclinación de la superficie en que se desarrolla la microforma (topografía) y de la exposición de la misma al viento y la humedad (orientación).

CONCLUSIONES

El análisis de las gnammas en el sector de alta vertiente y cumbres del macizo de Manzaneda (Orense, SE de Galicia) a partir de las medidas geométricas (longitud, anchura y profundidad) y los índices morfométricos en relación con las variables geológicas y geográficas seleccionadas, *confirma* las hipótesis de partida en cuanto a la génesis y desarrollo de tales microformas en rocas graníticas.

La estadística exploratoria y el análisis multivariado de la muestra revela, en efecto, que los rasgos primarios asociados a las discontinuidades originadas en las fases tectónica y subedáfica son los determinantes de la *dirección* del ahondamiento y apertura de la cavidad, si bien algunos rasgos secunda-

rios (morfología del borde, altura del umbral y configuración del exutorio) responden a la naturaleza de los procesos en superficie. La magnitud e intensidad de éstos últimos es responsable igualmente del *grado de desarrollo* actual de las cavidades; conviene tener en cuenta que las variables geométricas presentan una dispersión, de mayor a menor, como sigue: perímetro, longitud en superficie y fondo, anchura en superficie y fondo, profundidad máxima y profundidad mínima.

Según los coeficientes de la matriz de correlación, las acciones de meteorización subaérea y la alterabilidad potencial de la roca derivada de su composición mineralógica juegan un papel importante en dicha *evolución* en superficie, mientras que la microtopografía y la orientación son variables secundarias. Estas últimas, de hecho, sólo se destacan por su peso a nivel de tercer y cuarto orden en los resultados del análisis de componentes principales; en ellos se constata que la tipología actual de las gnammas responde esencialmente a la acción combinada de dos factores: el que denominaríamos "condiciones primarias" compuesto

de un elemento básico (variables geométricas) y un elemento subsidiario (procesos actuales de meteorización); y el que denominaríamos "condiciones secundarias" compuesto por elementos de peso similar (variables geológicas y altitud).

La muestra presentada responde a un *tipo de cavidades* de menor longitud en superficie y anchura, menor profundidad y mayor compacidad que las estudiadas para otros dos macizos graníticos en Galicia (DE UÑA, 1996). Sugiere, en primer lugar, un estadio evolutivo menor y/o sujeto a diferentes condiciones; aporta, en segundo lugar, indicios sobre un proceso de desarrollo de mayor isotropía. Partiendo pues de los tres sectores que aquí se mencionan (macizo de La Coruña, macizo de Orense y macizo de Manzaneda) resulta evidente la prevalencia de los caracteres endógenos en los procesos de modelado y el papel que juegan las condiciones de superficie, destacando en el último caso la variable altitud como expresión de la naturaleza de los procesos dominantes tanto en el pasado como en la actualidad. Ello será objeto de tratamiento más detallado en nuevas aportaciones sobre el tema.

BIBLIOGRAFÍA

- CREUS, J. et al (1995): *Cambio climático en Galicia*. Xunta de Galicia, 184 págs.
- DE UÑA ALVAREZ, E. (1985): "Micromodelado granítico: ejemplos de gnammas en un afloramiento del noroeste peninsular". *Revista de Geografía*, Universidad de Barcelona, XIX, pp. 87-96.
- DE UÑA ALVAREZ, E. (1986): *El macizo de La Coruña: análisis estructural y morfología de un afloramiento granítico*. Universidad de Santiago, Tesis Doctoral, inédita.
- DE UÑA ALVAREZ, E. (1996): "Análisis morfométrico de gnammas en rocas graníticas. Resultados de un estudio piloto en Galicia". *Minus*, Dpto. de Historia, Arte y Geografía. Universidad de Vigo, V, pp. 109-121.
- ITGME (1989): *Mapa geológico de España*", E. 1:200.000, 17/27, Orense/Verín.
- MARTIN SERRANO, A. (1989): "Rasgos generales y problemática de las superficies de erosión en Galicia". *Cuadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*, A Coruña, 14, pp. 7-18.
- MUÑOZ JIMENEZ, J. (1980): "Ensayo de clasificación sintética de los climas de la España Peninsular y Baleares". *Estudios Geográficos*, XLI, 160, pp. 267-302.
- TWIDALE, C.R. y VIDAL ROMANI, J.R. (1994): "On the multistage development of etch forms". *Geomorphology*, 11.
- VIDAL ROMANI, J.R. (1979): "El período Cuaternario en Galicia". *Gallaecia*, 3/4, pp. 19-35.
- VIDAL ROMANI, J.R. (1982): "El papel del agua en la evolución de la pía (vasque, gnamma). Correlación estadística de medidas." *Boletín Auriense*, XII, pp. 83-112.
- VIDAL ROMANI, J.R. (1989): "Geomorfología granítica en Galicia (NW España)" en especial "Geomorfología granítica", *Cuadernos do Lab. Xeolóxico de Laxe*, 13, pp. 89-163.
- VIDAL ROMANI, J.R. et al. (1990): "Evolución cuaternaria del relieve granítico en la Serra de Geres-Xures (Minho, Portugal-Ourense, Galicia)", *Cuaternario y Geomorfología*, 4, pp. 3-13.

Recibido: 14/9/97

Aceptado: 12/11/97