



CADERNOS DO LABORATORIO
XEOLÓXICO DE LAXE

23



SECRETARÍA XERAL DE INVESTIGACION
Y DESENVOLVEMENTO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA
Servicio de Publicacións



ISIDRO PARGA PONDAL



PUBLICACIÓNS DO SEMINARIO DE ESTUDOS GALEGOS
Área de Xeoloxía e Minería



EDICIÓN DO CASTRO

Sada - A Coruña

ISSN: 0213-4497

Depósito Legal: C - 1.309 - 1988

Gráficas do Castro/Moret, S. L.

O Castro. Sada. A Coruña. 1998

PORTADA: «Sección delegada con luz natural de granate almandino»

J. R. Vidal Romani

C. Silvar

Cadernos del Laboratorio Xeolóxico de Laxe aparece referenciado en: Zentralblatt für Mineralogie; Index to Scientific & Technical proceedings; ISI/ISTP&B; Índice Español de Ciencia y Tecnología (C.S.I.C.); Notas Bibliográficas del Boletín del I.G.M.E.; PASCAL TEMA C.N..R.R.; GEO ABSTRACTS; GEO BASE; CURRENT BOOK CONTENTS.

Estudio multivariado del micromodelado granítico: Interpretación comparada de la génesis y evolución de las gnammas en macizos antiguos.

Multivariate analysis of granitic micromodelate: Comparative interpretation on the gnamma genesis and development in old massifs.

DE UÑA ALVAREZ, E.

Abstract

Statistic analysis results of two microforms samples from differentiated geomorphic environment (Ourense, Galicia, Spain) are displayed in this paper. Explanation test recent contributions about the genesis and development of granitic micromodelate. Conclusion summarize as a whole significant questions in opening process, depth increase and present stage of gnammas.

Key words: Modelate, Granite, Microform, Gnamma, Morphometry, Statistic, Multivariate.

DE UÑA ALVAREZ, E. (Area de Geografía Física. Facultad de Humanidades de Ourense. Universidad de Vigo. Campus Universitario de As Lagoas 32004-OURENSE (Galicia, España).

INTRODUCCION

La hipótesis de partida en la investigación de la que forma parte el estudio aquí presentado integra una serie de aportaciones acerca del micromodelado granítico, recogidas en trabajos previos: aluden a su génesis y desarrollo en el contexto del afloramiento de un macizo rocoso (VIDAL ROMANI, 1990; TWIDALE y VIDAL ROMANI, 1994; VIDAL ROMANI y TWIDALE, 1998); a los caracteres morfométricos primarios derivados de tales eventos (DE UÑA ALVAREZ, 1985 y 1986; VIDAL ROMANI, 1986 y 1989; VIDAL ROMANI, J.R., RAMANOHI-SON, H. y RABENANDRASANA, S., 1997); y al papel que juegan las condiciones ambientales en la configuración de sus rasgos secundarios (VIDAL ROMANI, 1982 y 1984; VIDAL ROMANI et al., 1990; DE UÑA ALVAREZ, 1996 y 1997a).

En este marco, *los objetivos* específicos del análisis comparado en dos muestras de pías (vasques, gnammas) en Galicia se concretan en los siguientes campos: contrastar la validez de los supuestos iniciales respecto a las variables de control en el proceso de apertura y ahondamiento de las cavidades; establecer una tipología morfométrica que sirva de referencia para interpretar la magnitud de los mismos; y ponderar la incidencia de las condiciones epigénicas a partir de los resultados obtenidos en dos ambientes de naturaleza contrastada. Dado que la evolución «normal» de las formas objeto de estudio (dimensiones de mayor rango cuanto mayor sea su edad) puede ser interrumpida y/o modificada bien por una serie de mecanismos (basculamiento, rotu-

ra, inversión) bien por un conjunto de procesos (apertura de exutorio, colmatación de sedimentos), se han seleccionado tan sólo los casos de pías funcionales (activas) que conservan parte de su borde inicial.

AREAS DE MUESTREO

El análisis se centra en dos macizos graníticos de la *provincia de Ourense* (SE de Galicia). Ambos sectores (Cfr. DE UÑA ALVAREZ, 1996 y 1997a) han sido interpretados como replanos (R) asociados a procesos de corrosión química que han sufrido un desmantelamiento progresivo por la acción fluvial (YEPES, 1998); el desarrollo inicial de los eventos arrancararía del Mesozoico-Terciario inferior, y su evolución se relaciona con una secuencia geodinámica de transición entre el régimen compresivo de la Cadena Cantábrica y el régimen distensivo del litoral atlántico. Tanto las megaformas como la abundancia de relieves residuales (Cuadro 1) expresan la importancia de los fenómenos denudativos diferenciales sobre las estructuras de fracturación tardihercínica (fundamentalmente direcciones NO-SE y NE-SO) y los sistemas de diaclasación ortogonal/curvilíneo.

En la periferia de la depresión ourensana (cuenca alta del río Loña) las alineaciones de Monte das Chairas (SO-NE) y Monte do Lombo (SE-NO) constituyen dos bloques referenciados topográficamente al nivel R 400 (cota máxima 430 m); el sustrato se define por la presencia de granodioritas tardías con megacristales de feldespato y por granitos de dos micas con textura media-gruesa, respectivamente. En el área de Manzaneda

(Macizo Central ourensano) el paso de Penapetada a Cabeza Grande (del NNE hacia el SSO) representa la sucesión del nivel topográfico R 1400 al R 1600 (cota máxima 1.778 m); la composición del sustrato es de granito de dos micas con grano medio-grueso, diferenciándose en la superficie de cumbres por facies muy leucocratas con grano fino-medio (ITGME, 1989).

CUADRO 1. Contexto morfológico de las gnammas Basado en Vidal Romaní (1989) y Yepes (1998).

Muestra	Megaforma Indiferenciada	Megaforma Diferenciada
Chairas-Lombo	Superficie Grabada	Tor Bolos Alveolo de Alteración
Manzaneda	Superficie Desmantelada	Tor Acastillada (tipo Castle) Alveolo de Alteración

El clima actual ofrece acusados contrastes entre las dos unidades mencionadas. En el primer caso manifiesta los caracteres propios del dominio subhúmedo del interior de Galicia, a los que se suma, en el segundo, la incidencia de la altitud. En este sentido, los valores térmicos anuales oscilan entre 14°C y 7°C; la amplitud térmica media entre 13°C y 17°C; y los registros de precipitación total entre 800 mm y 2.000 mm, encontrándose su porcentaje estival entre el 9% y el 15% del año para cada caso (DE UÑA ALVAREZ, 1997b). Numerosos autores han reconoci-

do las huellas del frío cuaternario en el sector de Manzaneda (por ejemplo: HERNANDEZ PACHECO, 1957; PEREZ ALBERTI, 1979; VIDAL ROMANI y SANTOS FIDALGO, 1994).

MATERIAL Y METODOS

La recogida de *observaciones* se ha organizado a partir de un muestreo espacial siguiendo un transecto NNE-SSO en la línea de cumbres y alta vertiente de los dos macizos (30 pías para la estación de As Chairas-Lombo, en 7 Km de longitud, y 36 pías para la estación de Penapetada-Cabeza Grande, en 10 Km de longitud). Se elaboró un fichero de datos completo con las medidas geométricas de las cavidades [perímetro (P); longitud y anchura tanto en superficie (LS, AS) como en fondo (LF, AF); profundidad máxima (PMX); y profundidad mínima (PMN)] consignando diversas referencias acerca de la localización de las mismas (geológicas y ambientales). A partir del fichero se configuró un cuerpo de información morfométrica secundaria de la que proceden los índices [compacidad de superficie y fondo (ICS, ICF); compacidad vertical (ICV); relación de profundidad (RP)] y parámetros citados en el texto (Cfr. DE UÑA ALVAREZ, 1997a). Se ha comprobado el ajuste de las muestras a una distribución lognormal mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov; dados los valores del sesgo, se han calculado seguidamente los límites de confianza de los promedios para un intervalo de probabilidad del 95%.

La información fue sometida a un *análisis estadístico exploratorio*; parte de sus

resultados proporcionarán una panorámica de los rasgos geomorfológicos básicos en los dos grupos de gnammas. Se centrará la cuestión en los grupos de aglomerados diferenciados al realizar un cluster jerárquico de enlace simple: con esta técnica se puede concretar la estructura interna de los casos de cada muestra, comparar las clasificaciones de los tipos de cavidades resultantes y obtener una perspectiva global para interpretar los resultados del *análisis multivariado* elaborado con posterioridad. Se aludirá entonces a la posible explicación de las situaciones detectadas en base a la matriz de correlaciones significativas, resumiendo el grado y tipo de asociaciones entre las variables, y en base a la naturaleza de los componentes principales, que pone de manifiesto las estructuras de relación subyacentes entre ellas y su potencia resolutoria. De esta forma se ha contrastado la validez de las hipótesis de partida tanto por lo que respecta a los mecanismos de control y los procesos subsidiarios en el desarrollo de las microformas como por lo que se refiere a los criterios a considerar en la determinación de su edad relativa.

La selección de resultados responde a la finalidad de retener aquéllos indicadores más relevantes para comparar la temática objeto de estudio en las dos estaciones de muestreo. El análisis detallado de medidas e índices morfométricos, de los valores y la definición de los componentes detectados para cada caso está recogido en estudios ya publicados. Las *aportaciones* de este trabajo se centran en resultados inéditos sobre los parámetros del estado actual del proceso [Área superficial (AREA); Volumen

de roca evacuado (VRE)]; en la secuencia interpretativa de los grupos de gnammas en virtud de su desarrollo; y en las conclusiones derivadas del examen comparativo de dos muestras procedentes de sistemas geomórficos diferenciados.

INTERPRETACION DE RESULTADOS

El grupo de pías objeto de análisis se ubican entre 380 y 1.770 m de altura. Sus *valores morfométricos* de conjunto (Tabla 1) reflejan el amplio rango de los registros de longitud que duplica los de la anchura, así como el sesgo pronunciado que caracteriza a la profundidad; en consecuencia los estadísticos centrales de la PMX y PMN se mantienen muy cercanos y los de la anchura/longitud ocultan la variabilidad en las medidas bien de superficie bien de fondo.

Tal como manifiestan los resultados de los índices de compacidad, la cavidad de referencia configurada por las medidas de los promedios y las medianas presenta una forma ovoide en el plano superior que se estrecha ligeramente en el plano inferior; la magnitud del proceso de apertura es mayor que la del ahondamiento (Cfr. ICV) y sus bordes han sufrido una degradación importante (Cfr. RP).

Estos caracteres poseen diferentes grados de similitud con los valores morfométricos centrales obtenidos en cada una de las muestras consideradas (Tabla 2). En el sector del macizo de Ourense correspondiente a la cuenca del Loña, las dimensiones de las gnammas (registradas entre 380 y 430 m de altitud) oscilan entre 27 y 205 cm para la LS, entre 18 y 110 cm para la

AS, y entre 3-64 cm para la PMX. En el macizo de Manzaneda las medidas de las cavidades (registradas entre 1.190 y 1.770 m) varían entre 9 y 150 cm de LS, entre 9 y 112 cm de AS, y entre 5-65 cm de PMX. Se mantienen los registros medios relativos a las variables de profundidad, pero se observan contrastes en los indicadores geométricos de longitud y anchura que subrayan el menor desarrollo del proceso de apertura en la última estación citada.

Ha de tenerse en cuenta que en el macizo de Ourense un elevado porcentaje de los casos (>45%) posee registros de LS inferiores a la media, frecuencia relativa que se incrementa sustancialmente (89% de la muestra) para los casos de LS <50 cm en Manzaneda, y que la clase modal correspondiente a la LF agrupa al 39% de las cavidades (con medidas <25 cm) en éste último sector. Por lo que respecta a la PMX, se encuentra habitualmente (86% de la muestra) por debajo de los 25 cm en ambas estaciones (en las pías de Manzaneda los registros <10 cm caracteri-

zan al 47% de los casos). Estas consideraciones se aprecian con mayor detalle al observar los valores de los cuartiles de las muestras (Tabla 3).

La morfología del plano superior ligeramente ovalada (más estrecha en el plano de fondo) que manifiesta la prevalencia del desarrollo en longitud (ICS=1.53/1.60) es la norma en As Chairas-Lombo (>80% de los casos), acercándose a circular (ICS=1.15/1.20) en Manzaneda (>80% de los casos); la morfología del plano vertical refleja un desarrollo preferente de la apertura sobre el ahondamiento en As Chairas-Lombo (el ICV es >3.5 para el 53% de la muestra), decreciendo su magnitud en Manzaneda (ICV=2.6 para el 42% de la muestra) (Figs. 1 y 2).

Así pues se observa en la segunda estación una mayor tendencia a la isotropía en la progresión de la cavidad, subrayada por los valores que toman los parámetros estadísticos de dispersión y variabilidad (Tabla 4).

La mayoría de las gnammas del macizo

TABLA 1. Registros morfométricos de conjunto

VAR	MEDIA*	MEDIANA*	SESGO	C.V.	MAXIMO*	MINIMO*
LS	59.18	49.50	1.70	0.70	205.00	9.00
AS	39.64	37.50	1.46	0.53	112.00	9.00
PMX	15.58	12.00	2.28	0.87	65.00	3.00
PMN	4.93	3.00	2.49	1.19	30.00	0.50
LF	50.70	40.00	1.77	0.78	180.00	8.00
AF	31.30	27.00	1.81	0.66	108.00	8.00
ICS	1.44	1.30	2.29	0.34	3.57	1.00
ICF	1.67	1.36	5.42	0.72	10.00	1.00
ICV	3.61	2.79	3.46	0.85	21.00	0.63
RP	5.61	3.93	1.41	0.87	20.00	1.00

(* En centímetros). FUENTE: Medidas de Campo. Elaboración Propia.

TABLA 2. Valores medios y forma de la distribución

VAR	AS CHAIRAS-LOMBO				MANZANEDA			
	M	LC	S	K	M	LC	S	K
LS	77.27	±17.18	1.38	1.17	44.11	±9.42	1.65	3.62
AS	45.97	±7.54	1.39	2.05	34.36	±6.58	1.81	4.94
PMX	16.00	±5.04	2.33	5.20	15.22	±4.54	2.23	4.91
PMN	4.18	±1.98	2.50	6.15	5.56	±2.08	2.46	5.83
LF	65.17	±17.08	1.37	0.99	38.64	±9.18	1.70	3.38
AF	35.03	±8.30	1.67	2.64	28.19	±6.28	1.90	4.33
ICS	1.65	±0.22	1.90	3.77	1.26	±0.10	1.78	2.75
ICF	2.05	±0.60	3.90	15.85	1.36	±0.14	2.30	5.92
ICV	4.47	±1.50	2.62	7.46	2.89	±0.50	1.20	1.33
RP	6.97	±1.98	1.15	0.42	4.47	±1.38	1.63	2.05

M = Media. LC = Límite de Confianza para Intervalo P del 95%. S = Sesgo. K = Curtosis.

FUENTE: Medidas de Campo. Elaboración Propia (Cfr. De Uña Álvarez, 1996 y 1997).

periférico ourensano se encuentran actualmente muy degradadas con existencia de un exutorio de importantes dimensiones; los resultados de la RP toman valores >2.0 en el 86% de los casos (>4.0 en el 63%) y sólo el 3% conservan íntegro su borde. Sin embargo, en el macizo de Manzaneda las formas no degradadas representan al 20% de los casos obteniéndose para la RP valores >2.0 en el 58% de los casos (>4.0 en el 33%); por tanto, este parámetro subraya el menor grado de evolución deducido a partir de las medidas geométricas (Figs. 3 y 4).

Los dendogramas elaborados previamente ponen de manifiesto la existencia de varios *grupos de microformas* distinguidos por sus relaciones dimensionales. En virtud de los mismos se obtiene una tipología secuenciada de la magnitud e intensidad en los procesos de modelado de las cavidades (Cuadro 2).

En las dos muestras, el desarrollo de las

pías sigue preferentemente la dirección del eje mayor en superficie (67% y 60% de las mismas) si bien la medida de longitud sólo duplica la de la anchura (subtipo 2) en casos esporádicos manteniendo, habitualmente, un cociente de relación de 1,5 (subtipo S); el peso de relaciones subordinadas reflejan bien la tendencia a la evolución isótropa en superficie, notable en Manzaneda (40% de la muestra), bien la progresión de la gnamma a favor del ahondamiento, que define un tipo minoritario en As Chairas-Lombo (7% de la muestra).

En ambas estaciones el grupo con elementos de mayor longitud (>100 cm) registra mayores dimensiones en anchura y profundidad máxima; ésta última decrece a medida que se incrementa el valor de la anchura. En As Chairas-Lombo, el desarrollo dominante en profundidad, marcado por el hecho de ser ésta la medida de mayor dimensión, se corresponde con esta-

TABLA 3. Estadísticos de Posición

VAR	AS CHAIRAS-LOMBO			MANZANEDA		
	1Q	2Q	3Q	1Q	2Q	3Q
LS	45	61	85	24	37	53
AS	32	42	54	21	33	40
PMX	9	12	20	6	13	19
LF	30	49	79	20	30	50
AF	18	30	40	16	25	36
RP	2	5	9	2	3	6

1Q = Primer Cuartil. 2Q = Mediana. 3Q = Tercer Cuartil. (En cm).
 FUENTE: Medidas de Campo. Elaboración Propia.

dos muy degradados mientras que las microformas de menor rango en longitud y anchura presentan, en general, registros de RP más bajos. Sin embargo, en el caso de Manzaneda no se cumple totalmente este criterio ya que pías muy pequeñas están asimismo muy degradadas.

Según se observa en las *correlaciones* significativas obtenidas entre las variables geométricas, tanto para el conjunto de los casos como para cada una de las muestras (Tablas 5 y 6), las medidas de longitud y anchura presentan siempre un alto grado de asociación positiva; la situación se repi-

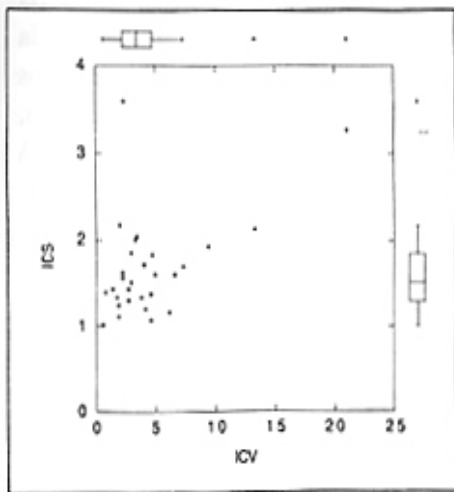


Fig. 1. Índices Morfométricos: As Chairas-Lombo.

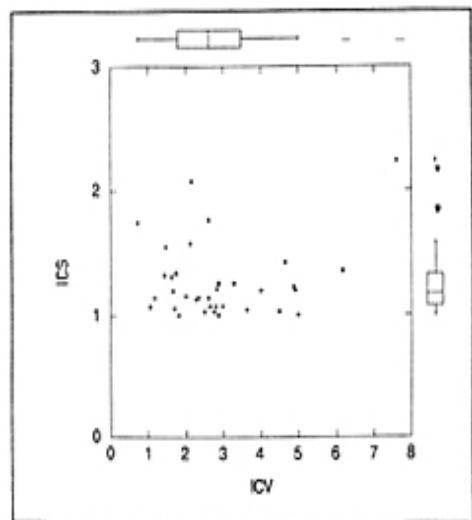


Fig. 2. Índices Morfométricos: Manzaneda

TABLA 4. Parámetros de dispersión y variabilidad

VAR	AS CHAIRAS-LOMBO				MANZANEDA			
	DS	DIQ	CV	IV	DS	DIQ	CV	IV
LS	47.03	40	0.61	0.66	28.28	29	0.64	0.78
AS	20.65	22	0.45	0.52	19.72	19	0.57	0.58
PMX	13.79	11	0.86	0.92	13.59	13	0.89	1.00
LF	46.80	49	0.72	1.00	27.55	30	0.71	1.00
AF	22.71	22	0.65	0.73	18.82	20	0.67	0.06
RP	5.42	7	0.78	1.40	4.15	4	0.93	1.33

DS = Desviación Estándar. DIQ = Desviación Intercuartílica. CV = Coeficiente de Variación. IV = Índice de Variabilidad. FUENTE: Medidas de Campo. Elaboración Propia.

te en el caso de la profundidad máxima y mínima; sólo se encuentran asociaciones elevadas de la profundidad máxima con las medidas de superficie en Manzaneda; las correlaciones de estas variables con la relación de profundidad son de grado medio (entre 0.5 y 0.6).

Se constata, pues, la prevalencia de la apertura en superficie controlada en términos generales por la mayor progresión en dirección longitudinal cuyo rango incide en la dimensión de la anchura; evidentemente, sólo en aquéllos casos en que la tendencia a la evolución isótropa es notoria ésta apertura en superficie progresa en proporción directa al ahondamiento. El hecho de que tal proceso de desarrollo sólo

guarde una relación moderada con la degradación de las gnammas confirma que ésta última está sujeta a condiciones diferenciadas de las que controlan su génesis, como sugiere además la correlación determinada para las dos medidas de profundidad.

En consecuencia, los parámetros de superficie y volumen que expresan el estado actual del proceso de denudación rocosa por efecto del modelado de la cavidad (Tabla 7) toman un mayor valor en As Chairas-Lombo que en Manzaneda. En la cuenca del Loña se duplican los registros promedios del macizo central ourensano, obteniéndose un cociente de relación >3 para los registros medianos. Estos indica-

CUADRO 2. Tipología de los aglomerados morfométricos

Muestra	1	2	3
As Chairas-Lombo	L>A>P (S)	L A P	P > L A
Manzaneda	L>A>P (S)	L A > P	L>A>P (2)

(1= Dominante. 2= Subdominante. 3= Esporádico.)

FUENTE: Medidas de Campo. Elaboración propia.

TABLA 5.- Coeficientes de Correlación

VALOR	ASOCIACION
> 0.9	LS / LF AS / AF
0.7 a 0.9	LS / AS LS / AF AS / LF LF / AF PMX / PMN
0.5 a 0.7	LS y LF / ICS LS y LF / ICV

FUENTE: Medidas de Campo. Elaboración propia.

TABLA 6.- Correlaciones significativas de las muestras

COEFICIENTE	AS CHAIRAS-LOMBO	MANZANEDA
> 0.9	LS / LF AS / AF	LS / AS LS / LF LF y AF / AS LF / AF
0.7 a 0.9	LS / AS LS / AF AS / LF PMX / PMN LF / AF	LS / AF LS / PMX AS / PMX PMX / AF PMX / PMN
0.5 a 0.7	LS / ICS LS / ICV LF / ICS LF / ICV	LS / PMN AS / PMN LF / PMN AF / PMN

FUENTE: De Uña Alvarez, 1996 y 1997.

dores del techo alcanzado por el proceso de desarrollo de las gnammas en todas sus dimensiones, con el consiguiente *vaciamiento* de la superficie inicial, concuerdan con los comentarios suscritos acerca del

grado de evolución de las microformas. Sometidos en sus determinaciones de conjunto, con las medidas de campo y del estado actual de las formas, a un análisis de correlación frente a las variables geom-

TABLA 7. Parámetros del estado actual del proceso

PARAMETRO	AS CHAIRAS-LOMBO	MANZANEDA
SUPERFICIE (1)		
Area Total	101882.80	57016.95
Area Media	3396.09	1583.80
Area Mediana	2162.68	932.58
Sesgo	2.15	3.88
VOLUMEN (2)		
Total Roca Evacuada	401004.93	359309.38
Media Roca Evacuada	13366.83	9980.82
Mediana Roca Evacuada	7104.25	2434.81
Sesgo	1.74	5.07

(1) En cm² (2) En cm³ FUENTE: Medidas de Campo. Elaboración propia.

TABLA 8. Componentes principales (Rotación Varimax)

COMPONENTES NO ROTADOS	COMPONENTES ROTADOS
C1 (46.21 % V.E.) ALT, MTF, MTQ, TEMP, PREC, PET, GR, LS, AS, LF, AREA	C1 (36.10 % V.E.) ALT, MTF, MTQ, TEMP, PREC, PET, GR
C2 (22.80 % V.E.) AF, VRE	C2 (31.88 % V.E.) LS, AS, LF, AF, AREA, VRE
C3 (8,72 % V.E.) PMX, TOP	C3 (8.43 % V.E.) PMX, TOP
C4 (6.71 % V.E.) OR	C4 (7.06 % V.E.) OR
C5 (4.95 % V.E.) RP	C5 (5.92 % V.E.) RP

(V.E. = Varianza Explicada). FUENTE: Datos de Campo. Elaboración propia.

bientales se obtienen resultados que confirman los estudios previos: predominio de coeficientes moderados con sentido positivo entre variables geométricas y el sustrato [petrología (PET); tamaño de grano (GR)], matizados por la relación de LS-AS

con la presencia de meteorización química (MTQ); y con sentido negativo entre LS-altitud (ALT), LS-AS y meteorización física (MTF).

La naturaleza de los *componentes principales* para el conjunto de los casos (Tabla 8)

permite aseverar el control ejercido por la geometría inicial de la gnamma en su desarrollo; incide, asimismo, en el papel secundario del resultado final del ahondamiento (muy relacionado con la inclinación de la superficie, TOP, y en menor medida con su orientación, OR); y llama la atención sobre el hecho de que los rasgos derivados de la degradación subaérea (RP), conectados con las variables precedentes, constituyen el reflejo del estadio final del modelado de la pía.

CONCLUSIONES

Se constata en este estudio que a mayor dimensión en longitud y anchura superficial de las pías corresponde una mayor profundidad máxima, lo que supone una progresión del ahondamiento más veloz cuanto mayor sea la apertura de la gnamma en el plano superior. Sin embargo, en todos los casos en que la profundidad es la medida de dimensiones más elevadas, la longitud y la anchura poseen registros equivalentes o tienden a ellos, lo cual puede interpretarse como indicio de que los procesos de ahondamiento vertical de mayor ratio en el tiempo ralentizan la apertura en superficie de las formas.

La tipología de los grupos morfométricos obtenidos revela que el desarrollo de las gnammas se realiza de forma preferente siguiendo el eje mayor en superficie. ($L > A > P$). La variación manifestada por los tipos subdominantes expresa la tendencia que existe a alejarse de esta anisotropía y, a la vez, refleja las áreas más susceptibles a poseer un comportamiento dinámico en el que el resultado final (la microforma) no

posea las características estandarizadas obtenidas (gnammas ovaladas, más anchas que profundas, con un estado de degradación medio/alto).

Al examinar la relación de los grupos establecidos con el índice RP y los resultados del análisis multivariado, se confirma que la apertura superficial está controlada, en términos generales, por la mayor velocidad en dirección longitudinal. La desigual intensidad de este mecanismo explica la mayor parte de la diversidad de las medidas de campo; además, su magnitud determina el valor máximo de la anchura (ya que los valores de ambas medidas presentan una asociación positiva de alto grado). El desarrollo en profundidad, que constituiría un segundo momento en el proceso de modelado, no ofrece correlaciones tan claras con el sentido de la apertura ni con el estado de degradación.

Por lo que respecta al peso de las variables geoambientales en la evolución de la cavidad, cabe subrayar que los registros de las dimensiones superficiales se incrementan cuanto mayor sea la alterabilidad primaria del sustrato rocoso mientras que en el caso de la profundidad máxima la magnitud de esta relación es moderada.

Esta situación no hace sino incidir en la estrecha dependencia manifestada entre la profundidad y la intensidad de los procesos de meteorización química; en el mismo sentido, confirma el bucle de interacción que se establece entre relación de profundidad, petrología/textura de la roca, pendiente de la superficie en que se ubica la gnamma, y condiciones del ambiente epigénico.

BIBLIOGRAFIA

- DE UÑA ALVAREZ, E. (1985): Micromodelado granítico: Ejemplo de gnammas en un afloramiento del NO peninsular. *Rev. de Geografía de la Univ. Barcelona*, vol. XIX, pp. 87-95.
- DE UÑA ALVAREZ, E. (1986): *El macizo de La Coruña: Análisis estructural y morfología de un afloramiento granítico*. Tesis Doctoral, Univ. de Santiago, Inédita.
- DE UÑA ALVAREZ, E. (1996): Análisis morfométrico de gnammas en rocas graníticas. Resultados de un estudio piloto en Galicia. *Minius, Revista del Dpto. de Historia, Arte y Geografía*; Universidad de Vigo, vol. V, pp. 141-154.
- DE UÑA ALVAREZ, E. (1997a): Variables de control en la génesis y desarrollo del modelado granítico. Análisis de microformas en el macizo de Manzaneda (Galicia, España). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 22, pp. 29-42.
- DE UÑA ALVAREZ, E. (1997b): Clima y Medio Ambiente: Primeros resultados del análisis de confort en Galicia. *Vol. Hom. Prof. Vilá Valentí, Univ. de Barcelona*, en prensa.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1957): El glaciario cuaternario en la Sierra de Queija (Orense). *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 55, pp. 27-74.
- ITGME (1989): *Mapa Geológico de España*. E. 1:200.000; Hoja 17/27, Ourense/Verín.
- PEREZ ALBERTI, A. (1979): Nuevas observaciones sobre el glaciario y periglaciario del NW de la Península Ibérica: la Galicia sudoriental. *Acta Geol. Hisp.*, 14, pp. 441-444.
- TWIDALE, C. R. y VIDAL ROMANI, J. R. (1994): On the multistage development of etch forms. *Geomorphology*, 11, pp. 107-124.
- VIDAL ROMANI, J. R. (1982): El papel del agua en la evolución de la pía (vasque, gnamma). Correlación estadística de medidas. *Boletín Auriense*, vol. XII, pp. 83-112.
- VIDAL ROMANI, J. R. (1984): Microformas graníticas tipo tafone y gnamma. Un micromodelado sin relación con el clima o la estacionalidad. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 7, pp. 273-277.
- VIDAL ROMANI, J. R. (1986): Estudio teórico sobre el origen de las características morfológicas de las pías (gnammas, vasques). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 10, pp. 133-168.
- VIDAL ROMANI, J. R. (1989): Geomorfología granítica en Galicia (NW España). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 13, pp. 89-163.
- VIDAL ROMANI, J. R. (1990): Formas menores en rocas graníticas: un registro de su historia deformativa. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 15, pp. 317-328.
- VIDAL ROMANI, J. R. et al. (1990): Evolución cuaternaria del relieve granítico en la sierra de Gerez-Xurés (Minho, Portugal; Ourense, Galicia). *Cuaternario y Geomorfología*, 4, pp. 3-13.
- VIDAL ROMANI, J. R. y SANTOS FIDALGO, L. (1994): La deglaciación finicuaternaria en el noroeste peninsular (Serra de Queixa-Invernadoiro, Ourense, Galicia): datos geomorfológicos y paleobotánicos. *Cuaternario y Geomorfología*, 8 (1-2), pp. 33-44.
- VIDAL ROMANI, J. R.; RAMANOHISON, H. y RABENANDRASANA, S. (1997): Géomorphologie granitique du Massif de l'Andringitra: Sa relation avec l'évolution de l'île pendant le Cénozoïque. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 22, pp. 183-208.
- VIDAL ROMANI, J. R. y TWIDALE, C. R. (1998): *Formas y Paisajes graníticos*. Publ. Universidade da Coruña, 55, 411 págs.
- YEPES TEMIÑO, J. (1998): Geomorfología de un sector comprendido entre las provincias de Lugo y Ourense (Galicia, Macizo Hespérico). *Tesis Doctoral, Facultad de Geología, Univ. Complutense de Madrid*, 203 págs.