

## Micromodelado granítico: ejemplos de «gnammas» en un afloramiento del noroeste peninsular

por ELENA DE UÑA ÁLVAREZ\*

### Palabras clave:

*Galicia, gnamma, granito, micromodelado, pía.*

Las gnammas, concavidades localizadas sobre superficies planas o ligeramente inclinadas, son quizás el micromodelado más frecuente en material granítico. Son conocidas con nombres muy diversos; en Galicia, por ejemplo, reciben la denominación de «pías».<sup>1</sup> Presentan gran variedad morfológica, clasificándose en función de parámetros tales como el tipo de fondo, forma del borde y forma de la pared, además de criterios genéticos y de funcionamiento. En el paisaje se combinan en conjuntos más o menos ordenados, o bien aparecen aisladamente.

Todos estos aspectos han sido observados en un pequeño macizo localizado en torno a la ciudad de La Coruña, con ocasión de la elaboración de una Tesis Doctoral de morfología en granitos;<sup>2</sup> el sustrato se compone mayoritariamente de rocas granodioríticas hercínicas, de textura grosera y porfiroide, muy afectada por la tectónica de fractura en su dilatada historia geológica; pequeñas intrusiones de granitos alcalinos (leucogranitos) ocupan sectores marginales, muy bien diferenciados por su color blanquecino y su grano muy fino (fig. 1).

A grandes rasgos, el modelado de la zona se distingue por la alternancia de una

\* Departamento de Geografía. Universidad de Santiago de Compostela.

1. Estas y otras microformas graníticas en el entorno gallego se tratan en la comunicación *Procesos actuales: micromodelado en el granito de Mte. Louro*, presentada a la IV Reunión del Grupo Español de Trabajo del Cuaternario (Banyoles, 1979) por los miembros del Grupo Gallego VIDAL ROMANI, J. R.; GRAJAL BLANCO, M.; RODRÍGUEZ MARTÍNEZ-CONDE R.; GUITIÁN RIVERA, F.; MACÍAS VÁZQUEZ, F.; FERNÁNDEZ SANTIN, S. y HERNÁNDEZ PACHECO (Actas, pp. 247-266).

2. *El macizo de La Coruña: análisis estructural y morfología de un afloramiento granítico*, por Elena de Uña Álvarez (junio, 1986), inédita.

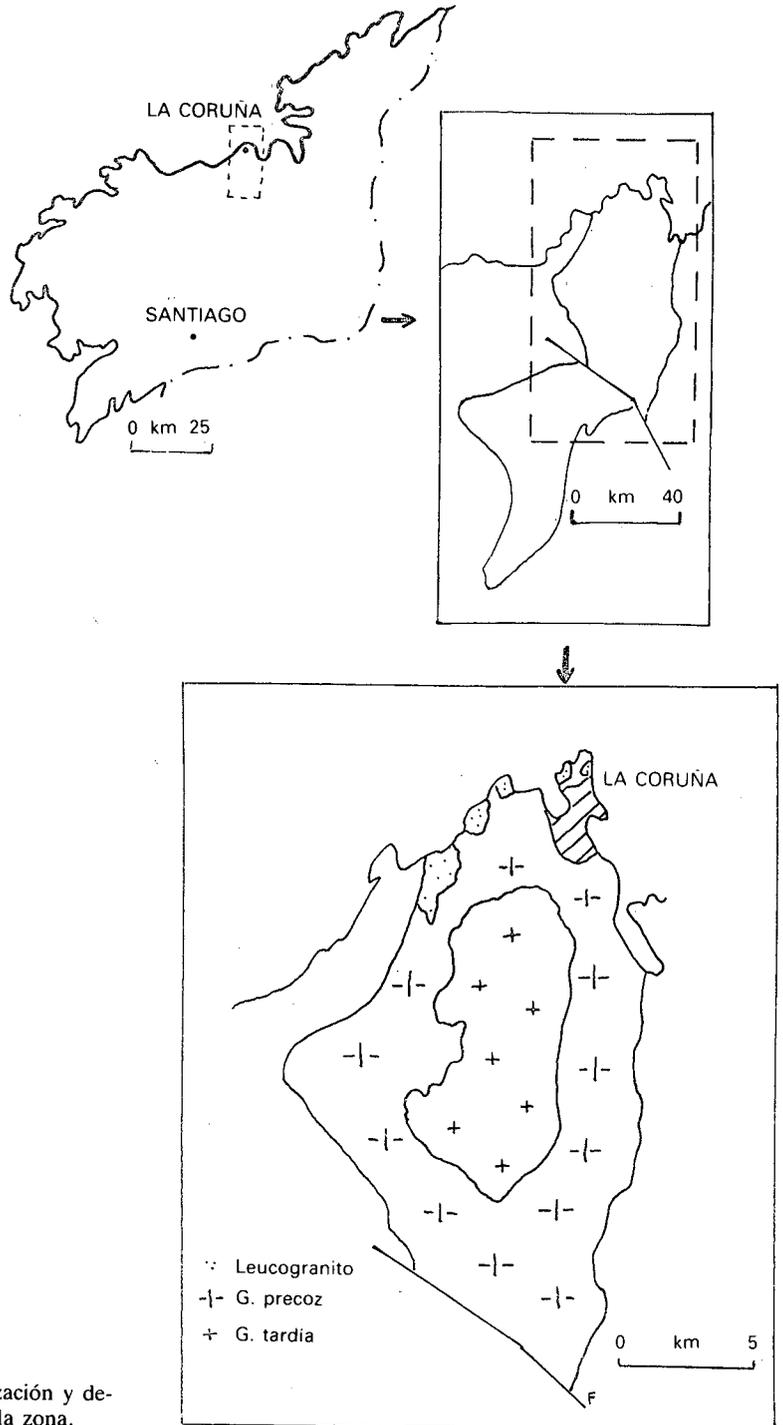


Figura 1. Localización y delimitación de la zona.

serie de bloques elevados y hundidos, que siguen las direcciones principales de los accidentes tectónicos más importantes (fallas y fracturas en un sistema conjugado de NO-SE y SE-NO). Esto hace que encontremos con facilidad ejemplos de macroformas asociadas a la trama estructural (escarpes, valles en línea de falla); las formas de detalle guardan evidente relación con las redes de diaclasación y, en cuanto a las microformas, se observa también la relevancia de este factor.

## I. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

El análisis de este tipo de micromodelado se basa fundamentalmente en un trabajo de campo detallado, realizando gran número de fotografías para su posterior interpretación. La recogida de datos se realizó mediante un sistema de fichas ya utilizadas por otros investigadores en este campo.<sup>3</sup> Sobre 100 ejemplos, se tomaron:

- tipo de emplazamiento y localización (lugar, orientación, topografía, forma mayor);
- contexto estructural y de alteración (petrología, tectónica, estado de la roca);
- descripción morfológica (medidas) de sus rasgos principales;
- procesos actuantes o indicadores de los mismos (depósitos);
- estado funcional de la forma (activa o fósil).

Se correlacionaron todas estas variables y se reclasificaron las pías en función de aquéllas. La mayoría suelen ser activas, funcionales en la actualidad. Se matizaron así los posibles mecanismos de funcionamiento y las influencias de los factores microclimáticos y biogeográficos. Por último, se ordenaron de acuerdo con los caracteres morfológicos, que exponemos seguidamente.

## II. FORMAS FUNCIONALES

### A. Pías aisladas

#### 1. Circulares (fig. 2A)

Sus dimensiones varían entre los 30 cm de diámetro de apertura y los 2 m, y, en el diámetro de fondo, entre los 21 cm y 1,80 m. Los bordes suelen ser cóncavos agudos y, excepcionalmente, sobreexcavados. Las más corrientes son el tipo de fondo plano, con una profundidad que oscila entre los 10 y 20 cm, y de bordes cóncavos con ángulo agudo, que no suelen superar los 50 cm de diámetro máximo. En otros casos, el fondo es cóncavo acentuado, y es cuando la pía alcanza mayor profundidad (35 cm).

En las paredes se observan «anillos» circulares rojizos que marcan los sucesivos niveles alcanzados por el agua y los sectores de rebosamiento de la misma, debido a la

3. Cfr. la referencia (1).

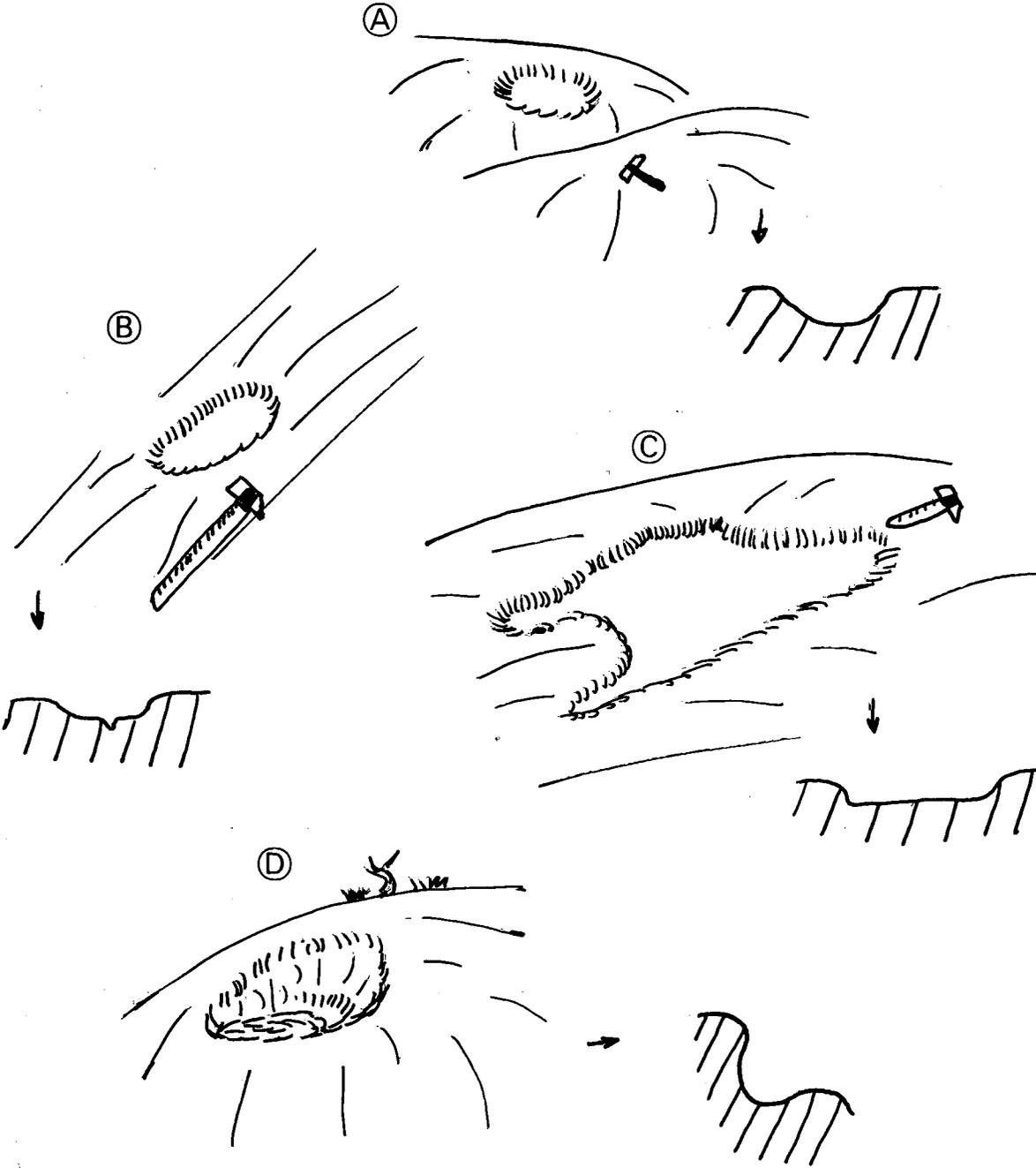


Figura 2. Ejemplos de «piás» en el macizo de La Coruña.

oxidación de los minerales ferromagnesianos; hojas de pino y otros restos vegetales flotan en su interior, provocando una descomposición más activa en profundidad a causa de la variación de los niveles de acidez. Si el exutorio o desagüe está bien formado y la forma ha adquirido cierto desarrollo, se pueden observar con detenimiento los restos de una desagregación granular activa, entre los que destacan enormes granos de cuarzo, y la acumulación de hojas y restos de formaciones arbóreas que han creado algunos sedimentos orgánicos.

## 2. *Ovoides y alargadas (fig. 2B)*

Se encuentran con mayor facilidad que las anteriores, en todo tipo de orientación y posición topográfica, siempre en superficies ligeramente inclinadas, alargándose en este sentido. Sus dimensiones son muy variadas; el fondo, por lo general, es cóncavo y raramente plano; la forma del perfil, cóncava aguda o sobreexcavada. La característica más sobresaliente es que estas formas han canalizado su evolución a través de diaclasas más o menos superficiales.

Algunas de estas pías están en plena actividad y se circunscriben a un espacio delimitado por discontinuidades, una de las cuales forma un estrecho exutorio; poco profundas (8 a 10 cm), con apenas 40 cm de diámetro de apertura máxima y con un diámetro de fondo máximo de hasta 75 cm, sólo permanecen en ellas algunos granos de cuarzo. Los bordes cóncavos destacan sobre el fondo completamente plano.

Otras, de dimensiones más reducidas, ocupan un espacio suavemente inclinado en el término de una diaclasa curva muy superficial a través de la cual se canaliza el aporte de agua evacuada casi simultáneamente por un exutorio abierto e inclinado en forma de umbral respecto a la pía; pero como ésta no es muy profunda (6 a 8 cm), es fácil que lo rebose, no conservando ningún sedimento que nos indique el proceso actuante. El fondo, ligeramente cóncavo, se compagina con unas paredes de la misma forma, pero de ángulo muy romo; el contacto entre los dos elementos está marcado por una incipiente colonización vegetal de musgos y líquenes.

Por último, formas de este tipo pueden encontrarse en superficies planas, donde alcanzan un desarrollo importante: hasta 1,50 m de apertura máxima (70 cm de mínima) y casi 1 m de fondo máximo (50 cm de mínimo). Sin embargo, siguen siendo poco profundas (4 a 6 cm); son formas sin exutorio, con el agua de lluvia estancada, y de fondo plano. En él se encuentran sedimentos tipo limo, orgánicos y vegetales. De bordes cóncavos muy romos, presentan una colonización vegetal parcial, aunque siguen siendo funcionales; es un estadio más avanzado.

## 3. *Lobuladas (fig. 2C)*

Estas formas irregulares aisladas son quizá las más abundantes, reflejando estados de evolución muy variados. En el comienzo, la forma plana apenas alcanza los 4 cm de profundidad, de fondo plano y con un perfil cóncavo muy suave, cuyo exutorio ofrece un desarrollo incipiente. Sus medidas varían desde el metro a los 3 m de apertura máxima (mínima de 60 a 80 cm), al igual que en el caso del fondo. Su funcionalidad se pone de manifiesto respecto al entorno; éste, cubierto de musgos y líquenes, contrasta por su color con la roca más clara del fondo de la pía; en él, arenilla y pequeñas escamas indican desagregación y meteorización química en actividad.

Posteriormente, la pía se hace más grande y profunda; el diámetro de apertura má-

xima oscila entre los 2 y 5 m, lo mismo que el del fondo; la profundidad llega a los 10 cm. El fondo se hace compuesto, con partes cóncavas de diferente inclinación; los bordes evolucionan hacia un perfil cóncavo más agudo. Con frecuencia, la pía aprovecha en su desarrollo la explotación de diaclasas vecinas y el exutorio está bien desarrollado; debido a su posición más elevada, la evacuación es lenta y en el fondo del agua estancada se acumulan arena y sedimentos orgánicos.

Finalmente, la pía se acerca al final del proceso y adquiere una profundidad notable (25 a 30 cm). Su forma lobulada aparece recortada por zonas abiertas, que son las diaclasas iniciales aprovechadas para el ensanchamiento. El exutorio es un sector frontal totalmente abierto. Los bordes son cóncavos, con un ángulo muy agudo y el fondo también cóncavo, pero más suave; en él quedan restos de arena y comienzan a acumularse vegetales. Un hecho frecuente es encontrar estas formas totalmente ocultas bajo la vegetación, pero aún funcionales bajo ella, mostrando perfiles profundos y estrechos. A simple vista, no se adivina la pía subyacente; sucede normalmente en las zonas de umbría de la granodiorita.

#### 4. En pared (fig. 2D)

Excepcionales en los leucogranitos, las formas «colgadas» son comunes en el resto del macizo. Siempre en partes bien aireadas, orientadas al N, NO, O, SO, presentan la peculiaridad de poseer un lado abierto, y varían de un perfil semicircular a un perfil «en cañón». La microforma más típica es semicircular, con una apertura de unos 60 cm y una profundidad en torno a los 40 cm; sus bordes están redondeados, y en el fondo se asienta una pequeña colonia de líquenes.

A partir de una discontinuidad granular previa de la pared, la forma evoluciona por la caída del agua de lluvia en razón de la máxima pendiente. Como su reborde suele estar más elevado, la acumulación del agua contribuye a ahondarla en el sentido vertical; hemos de tener en cuenta que siempre se desarrollan sobre superficies convexas. En ocasiones, se observa perfectamente que esta microforma responde al caso de la reactivación de un proceso en el que se llega a dismantelar totalmente un antiguo exutorio, presentando un fondo compuesto en el perfil.

## B. Agrupaciones de pías

En las partes superiores de los tor y bolos suficientemente grandes y en las superficies de exfoliación es normal encontrar conjuntos de pías en los que se entremezclan distintas tipologías: redondas, circulares, lobuladas, etc., en diferentes dimensiones.

Casi en todos ellos se observa una dirección dominante que siempre está en relación con la estructura sobre la cual canalizan su evolución. El fenómeno más extenso es el de un *grupo de pías alargadas* según la dirección marcada por las diaclasas adyacentes, que es la dirección del accidente tectónico mayor más próximo. En estas formaciones siempre se mezclan dimensiones y grados de evolución variados.

En cambio, los *conjuntos alineados de pías circulares* son mucho más homogéneos en tamaño; suelen constituir alineaciones de pequeñas cavidades circulares, bien en una sola dirección, bien entrecruzándose en dos direcciones, en las zonas somitales y marcando los sentidos de la tectónica principal (SO-NE y SE-NO).

Los *grupos de pías lobuladas* vuelven a ser el resultado de una combinación de dimensiones muy variables y se desarrollan preferentemente en las superficies de exfolia-

ción ligeramente inclinadas, presentando en general una disposición más irregular.

Los *grupos de pías en pared* pueden presentarse según varias disposiciones. Pueden rodear todo un bloque siguiendo la dirección de las diaclasas curvas, casi siempre en un estado de evolución avanzado. Otra disposición frecuente es la escalonada en una vertiente convexa, intercomunicándose unas y otras; en este caso, podemos decir que presentan cierta alineación. Por último, se encuentran conjuntos desordenados y fragmentados, en los que se observa que ha habido una reactivación del proceso.

Todo esto lleva a pensar que, efectivamente, la distribución de esfuerzos sobre la roca y sus resultados juega un papel de primer orden en su origen. El grado de evolución de los elementos que forman los conjuntos es también determinante de su morfología. Tras el primer momento, las microformas se van ensanchando y sus zonas de contacto se vuelven más estrechas, de modo que sólo queda entre ellas una delgada pared. La fase final es la formación de un *conjunto coalescente* de apariencia desordenada, que, si se encuentra muy desarrollado, entremezcla formas funcionales y formas fósiles.

### III. FORMAS FÓSILES

La aparición de formas fósiles en el macizo responde a varios factores, cada uno de los cuales caracteriza la morfología resultante.

#### A. Perforación

La perforación total del bloque en el cual se ha desarrollado la microforma crea un hueco o vacío y, por tanto, detiene el proceso subaéreo al imposibilitar la acumulación de agua; esta forma de fosilización se ha observado en tres supuestos:

1. Progreso en profundidad de una pía en pared hasta el fondo del bloque, perforando el sector basal donde comienza a instalarse la vegetación.
2. Desarrollo rápido lateral de una pía en pared; se crea un vacío de volumen en medio del bloque, y una concavidad adyacente debido al paso del agua en ese sentido.
3. Evolución de una pía ovalada aislada que perfora el bloque en el que se asienta.

#### B. Rotura

Sucede por la apertura y/o separación de diaclasas secundarias. Éste es un caso frecuente cuando las bolas o bloques en los que la pía se ha desarrollado son pequeños y su propia evolución desequilibra el sistema de presiones y fuerzas, provocando la expansión de diaclasas y grietas próximas.

#### C. Vuelco

Debido a una pérdida de equilibrio, el bloque en que la microforma estaba en funcionamiento se desplaza y vuelca; es normal en pequeños tor y en las vertientes en bolsos; de esta forma se frena la acumulación de agua.

## D. Coalescencia

Cuando varias pías alcanzan un alto grado de evolución en sentido horizontal o vertical se «desdibujan» poniéndose en contacto varias superficies; se pierde totalmente la morfología inicial.

## E. Vegetación

Los efectos de la vegetación son, en un medio como el de Galicia, los más importantes. La fosilización vegetal se manifiesta en varias modalidades; familias de bajo porte, a veces acompañadas de algún elemento arbóreo, colonizan las microformas, creando a la vez un delgado protosuelo; el interior de la pía puede ser ocupado por formaciones vegetales de porte intermedio que también interrumpen su evolución. En otros casos, que no tratamos aquí, las colonias vegetales, si bien detienen un tipo de proceso de desesgregación, inician otro no menos importante de descomposición.

## IV. CONSIDERACIONES FINALES

Tanto en morfología como en dimensiones y disposición, el micromodelado que acabamos de citar ofrece gran diversificación. Formas funcionales y fósiles coexisten muchas veces unas al lado de otras, mostrando que los mecanismos de funcionamiento son actuales en grados contrastados espacialmente y en ratios de intensidad variables.

Exceptuando algún caso muy concreto, el desarrollo de las pías no muestra deferencia clara hacia ninguno de los dos conjuntos petrográficos, ya que son muy abundantes en los tipos de sustrato rocoso. En cambio, la estructura de la diaclasación y de los sistemas de fisuración mineral tiene un papel muy importante como canalizadora del desenvolvimiento de los procesos subaéreos y su funcionamiento a escala del tiempo.

En cuanto a la caracterización de los mismos, no nos resulta posible mostrarnos de acuerdo con ciertos autores que estiman tan sólo, para el origen de estas microformas en un medio templado-húmedo, procesos de simple desagregación granular<sup>4</sup> o complejos ciclos físico-químicos combinados según distintos ratios de velocidad.<sup>5</sup> En nuestro caso, al igual que en la mayoría de los granitos de Galicia,<sup>6</sup> cabe citar dos vías principales de evolución y desarrollo:

A. *Hídrica*, con intervención directa del agua; es lenta, si la alteración es pareja a la evacuación de depósitos, o rápida, si la evacuación es mayor que la alteración.

B. *Vegetal*. Cuando la capacidad de alteración del material es mayor que la de evacuación de los depósitos, éstos se acumulan y forman un protosuelo que soporta comunidades vegetales; siempre es una vía lenta.

4. NONN, H. (1966): *Les régions côtières de la Galice*. Pub. Univ. Strasbourg, Thèse, 592 pages.

5. TWIDALE, C. R. (1976): *Analysis of landforms*. J. Wiley and Sons, Canberra, 572 pages.

6. Para mayor profundidad en lo tocante a estos aspectos, puede acudirse a la publicación de CALVO DE ANTA, R. M., y MACÍAS VÁZQUEZ, F. (1981): *Transformaciones de la organización durante la alteración y edafogénesis de rocas graníticas de Galicia*, en «Anales de Edafología y Agrobiología», tomo XL, n.º 9-10, pp. 1.559-1.572.

Los depósitos a que se hace referencia proceden de la desagregación granular del material (fundamentalmente se observan granos de feldespato y cuarzo, estos últimos casi intactos) a causa de mecanismos físico-químicos, o de su disolución (polvo limoso, arenilla) en contacto con el agua.

La fosilización de la forma se corresponde con varias situaciones ya mencionadas; en todo caso, la forma puede reactivarse y comenzar una nueva evolución siguiendo los procesos que anteriormente la conformaron o desarrollándose bajo unos nuevos mecanismos. Sea como fuere, estas microformas no hacen más que demostrar, una vez más, la peculiaridad que caracteriza a los tipos de modelado en las rocas graníticas.

### **Resumé: Micromodulé granitique: exemples de «gnammas» dans un affleurement du nord-ouest peninsulaire**

On analyse le micromodelé granitique, en spécial les «gnammas», en Galice «pías», c'est à dire, les petites concavités localisées sur des superficies plates. Celles-ci sont classées selon les plusieurs paramètres: genres de fonds, formes du bord du mur, des critères génétiques et de fonctionnement.

L'étude est localisée dans le massif granitique situé autour de la ville de La Coruña. On considère deux voies principales d'évolution et de développement: l'hydrique, d'évolution plus ou moins rapide, et la végétale avec la formation du sol naissant, toujours de type lent.

### **Summary: Granitic micromodel: examples of «gnammas» in an outcrop of the northwest of the peninsula**

An analysis is made of the granitic micromodelling, especially the «gnammas», in Galicia «pías», that is, the small concavities located on flat surfaces. These are classified according to various parameters: types of base, forms of wall edge, genetical and functional criteria.

The study was localised in the granitic rock situated around the city of La Coruña. Two principal ways of evolution and development are considered: the hydric, of more or less rapid evolution, and the vegetable, with always slow type formation of incipient ground.