

## DISTRIBUCION DE URANIO Y TORIO EN LA APOFISIS ADAMELLITICA DE LOGROSAN (CACERES, ESPAÑA)

J. Guijarro Galiano (\*), A. Moreno Gutiérrez (\*), A. Gutiérrez Maroto (\*) y J. Astudillo Pastor (\*\*)

### RESUMEN

La apófisis de Logrosán (Cáceres, España) está constituida por una adamellita y una microdamellita, ambas de dos micas. Geoquímicamente presenta un carácter marcadamente alcalino, con una tendencia silicosódica clara, y peraluminoso. Los filones estanníferos existentes han producido una greisenificación en la roca encajante.

El fondo geoquímico del uranio está comprendido entre 6,9 y 11,9 ppm, con un valor medio de 9,5 ppm, y es ligeramente superior al habitual para estos materiales. El fondo del torio es inferior y el valor medio de la relación Th/U es de 0,8.

Existe una buena correlación positiva entre el torio y los elementos ferromagnesianos. Probablemente se encuentra asociado a las biotitas.

Los fondos geoquímicos más altos, en torio y uranio, corresponden a la facies adamellítica.

La greisenificación ha provocado una lixiviación de uranio que ha podido actuar como fuente para posibles mineralizaciones extraplutónicas, aunque en el estudio geológico de la zona no han sido observadas.

**Palabras clave:** Adamellita, uranio, torio, Logrosán.

### ABSTRACT

Logrosan apophyses (Cáceres, España) has two different petrographic types: a porphyritic two mica adamellite and a porphyritic two mica microadamellite. It's an alkaline with silico-sodic trend and peraluminous granitoid. A greisen alteration has been produced by the tin-veins in the host-rock.

The moderately high content values of uranium are ranged between 6.9 and 11.9 ppm, with a mean of 9.5 ppm. Thorium has lower concentrations levels. The Th/U ratio has an average value of 0.8.

The fact that thorium is correlated positively with ferromagnesian elements indicates that is probably contained within the biotites.

Higher thorium and uranium values are founded in the adamellite type.

Greisen has produced an uranium leaching that would be important as uranium mineralization source outside the apophyses. Although has not been observed uranium mineralizations in the geological area study.

**Key words:** Adamellite, uranium, thorium, Logrosán.

### Introducción

La apófisis adamellítica de Logrosán se halla situada al SE de la provincia de Cáceres, dentro de la zona estructural Centro Ibérica del macizo Hespérico de España (Rossi, 1975).

Las rocas en las que se intruye dicha apófisis están constituidas por una serie pizarroso-grauváquica, azoica

y metamorfozada de edad Precámbrico Superior (Alcudiense)-Infracámbrico.

El metamorfismo regional con biotita y epidota no sobrepasa la facies de esquistos verdes o de bajo grado de presión y temperatura según Winkler (1970).

El metamorfismo de contacto, con una aureola relativamente importante, con cordierita incipiente, andalucita, biotita, clorita y moscovita lo caracteriza

(\*) Departamento de Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid.

(\*\*) Empresa Nacional del Uranio (ENUSA).

como de medio a bajo grado de presión y temperatura según Winkler (1970).

### Petrología

El intrusivo de Logrosán está constituido por una adamellita porfídica de dos micas y una microadamellita porfídica, también de dos micas, según Guijarro (1982) (fig. 1).

La adamellita porfídica se caracteriza por la presencia de fenocristales ( $>3.500 \mu$ ), inmersos en una matriz cristalina con seriación de tamaños de grano, entre  $500$  y  $3.500 \mu$  mesocristales y  $<500 \mu$  microcristales. Su composición mineralógica global es: cuarzo, 30%; microclina, 22%; albita, 22%; moscovita, 10%; biotita, 6%; sericita, 8%; clorita, 1%, y como indicios: turmalina, cordierita, andalucita, rutilo, topacio, anatasa, circon, brookita, apatito, opacos (ilmenita y magnetita), rutilo sagenítico y óxidos de hierro.

La microadamellita porfídica, posterior en su consolidación a la adamellita porfídica, se caracteriza por la presencia de fenocristales ( $>1.000 \mu$ ) inmersos en una matriz cristalina con seriación de tamaño de grano entre ( $200$  y  $1.000 \mu$ ) mesocristales y

( $<200 \mu$ ) microcristales. Su composición mineralógica global es: cuarzo, 44%; microclina, 18%; albita, 11%; moscovita, 16%; biotita, 3%; sericita, 6%; clorita, 1%, y como indicios: turmalina, cordierita, andalucita, rutilo, topacio, anatasa, brookita, circón, apatito, opacos (ilmenita y magnetita), pennina, rutilo sagenítico y óxidos de hierro.

Hay que hacer resaltar que tanto la adamellita porfídica como la microadamellita porfídica tienen paragénesis parecidas y órdenes de cristalización similares; así como los mismos fenómenos de alteración: microclinización de albitas, albitización de microclinas, cloritización y moscovitización de biotitas, pinitización de cordierita, damurnitización de andalucita, sericitización de feldespatos y turmalinización de biotitas. La apófisis adamellítica está atravesada por una serie de filones en stockwork, de los cuales los de dirección N  $30^\circ$  E constituyen el yacimiento estannífero de Logrosán. Dichos filones producen en la roca encajante una greisenificación, caracterizada por una silicificación, moscovitización y sericitización que provocan la ausencia de biotita y feldespatos. El tamaño de grano del greisen decrece con respecto a la roca encajante; hay que señalar también la existencia de mineralizaciones de sulfuros y óxidos dentro del mismo (Guijarro *et al.*, 1984 b).

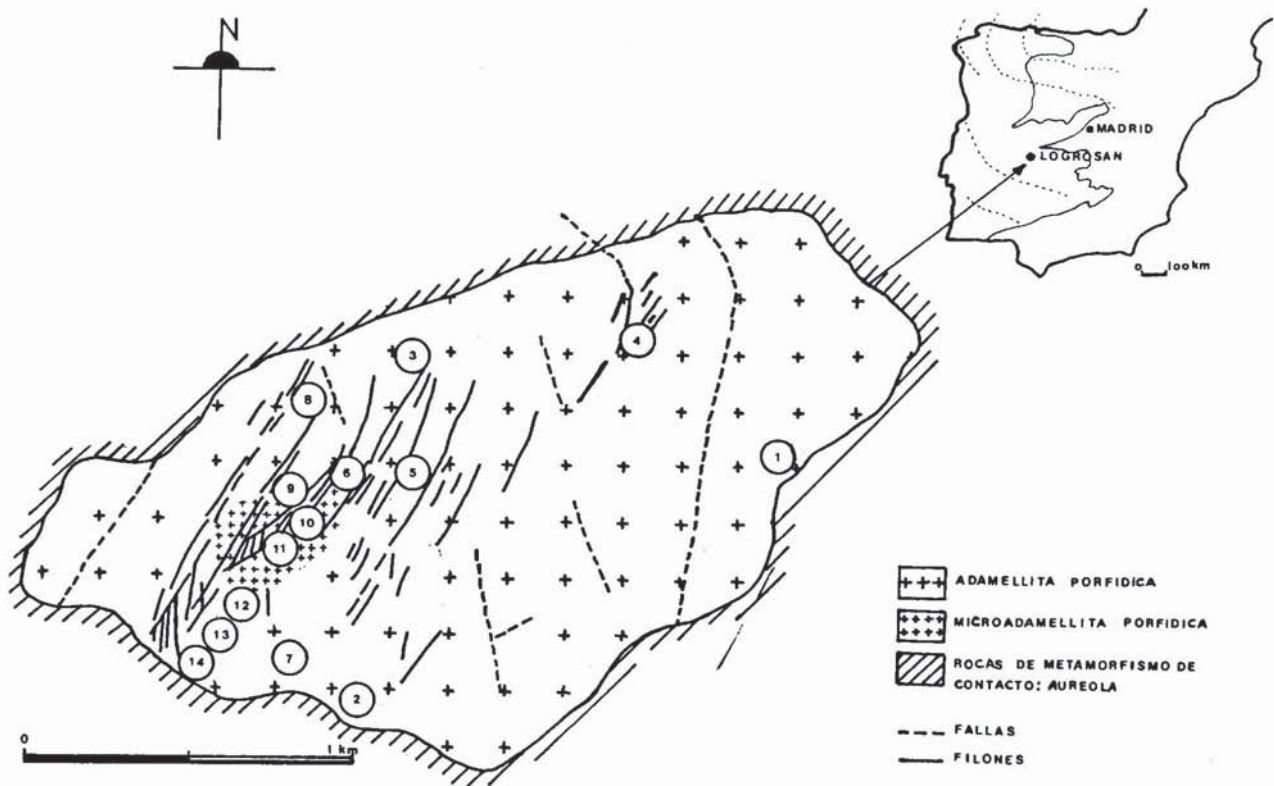


Fig. 1.—Geología de la apófisis adamellítica de Logrosán y situación de muestras.

### Toma de muestras y análisis químicos de las mismas

Se han seleccionado, para llevar a cabo el estudio geoquímico, un total de catorce muestras; ocho de ellas se han tomado en diferentes puntos de la adame-llita porfídica, tres corresponden al enclave microa-damellítico situado en el centro de la apófisis y las tres restantes han sido elegidas en la zona de greisen. De estas últimas, la muestra 12 es la más externa y corresponde a la facies de grano grueso, la 13 es de grano medio y la 14, la más próxima al filón minera-lizado, de grano fino.

Todas ellas han sido recogidas mediante un mues-treo de superficie. De cada muestra se han tomado, en función del tamaño de grano, de cinco a diez kilogramos de roca fresca. La situación de las mismas queda reflejada en el esquema cartográfico del plutón (fig. 1).

En cada muestra se han analizado, a parte del torio

y uranio, y con objeto de caracterizar la geoquímica de la apófisis lo mejor posible, los siguientes elemen-tos mayores y trazas: sílice, aluminio, hierro total, magnesio, calcio, sodio, potasio, litio, rubidio, cesio, bario, estroncio, estaño, flúor, boro y volframio. Los resultados obtenidos se incluyen en las tablas 1 y 2.

Se ha utilizado la absorción atómica, como técnica analítica instrumental, para la determinación de alu-minio, hierro, titanio, magnesio, calcio y cesio. Sodio, potasio y litio se han determinado por fotometría de llama. La fluorescencia de Rayos-X se ha utilizado para la detección de rubidio, estroncio, bario, estaño, volframio, torio y uranio. El flúor se ha analizado por electrodo selectivo y la sílice y boro por colorimetría (Guijarro *et al.*, 1984 a).

### Geoquímica de elementos mayores

Según se deduce de los análisis químicos realizados, todas las muestras de adamellita y microadamellita

Tabla 1.—Análisis de los elementos mayores (en % en peso) y relaciones Q y K-(Na+Ca), de H. La Roche (en equival. atómicos)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO <sub>2</sub> .....	75,81	74,05	73,04	74,38	75,01	75,20	75,28	74,92	75,05	76,99	75,07	76,47	80,61	75,67
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14,47	15,07	14,96	15,56	14,05	14,61	13,37	13,87	14,58	13,58	13,24	15,00	11,52	15,86
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,93	0,98	1,03	0,45	1,25	0,86	1,36	1,03	0,87	1,18	1,05	1,63	0,92	0,94
TiO <sub>2</sub> .....	0,06	0,07	0,11	—	0,21	0,08	0,15	0,09	0,07	—	0,12	0,13	0,10	0,06
MgO .....	0,21	0,26	0,30	0,17	0,35	0,32	0,34	0,39	0,34	0,52	0,34	0,20	0,28	0,33
CaO .....	0,27	0,41	0,23	0,41	0,29	0,41	0,44	0,40	0,36	0,78	0,47	0,33	0,36	0,26
Na <sub>2</sub> O .....	3,69	3,27	4,11	3,07	3,18	3,19	3,21	3,11	3,09	3,06	3,12	0,78	0,51	0,82
K <sub>2</sub> O .....	3,97	4,18	3,75	4,29	4,07	4,00	4,28	4,69	4,32	3,20	4,52	4,03	4,16	4,33
MV .....	1,21	1,18	1,36	1,40	1,22	1,01	1,17	1,39	0,99	1,21	1,01	1,04	1,28	1,35
Total ...	100,62	99,47	98,89	99,73	99,63	99,68	99,60	99,89	99,67	100,52	98,94	99,61	99,74	99,62
Q .....	218	215	193	222	227	228	222	215	224	254	218	314	342	303
K-(Na+Ca) ..	-43	-28	-61	-19	-25	-29	-25	-11	-18	-48	-17	51	63	57

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8 Adamellita.  
9,10 y 11 Microadamellita.  
12, 13 y 14 Greisen.

Tabla 2.—Análisis de elementos traza (ppm.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Li .....	40	47	92	24	75	109	51	51	120	71	69	137	73	107
Rb .....	338	384	362	368	335	322	322	334	378	448	327	499	421	460
Cs .....	100	108	176	72	128	184	88	88	168	92	100	256	130	168
Ba .....	55	91	172	30	190	161	147	205	122	274	144	141	47	110
Sr .....	32	54	50	122	56	60	48	72	101	55	49	116	38	70
Sn .....	10	40	40	30	40	20	20	50	50	220	50	320	420	270
W .....	10	20	20	20	20	100	10	30	250	50	30	50	30	40
B .....	50	50	88	213	150	100	125	88	226	125	69	187	219	150
F .....	850	1.850	1.200	700	1.350	1.900	2.300	1.100	3.350	800	1.500	2.800	2.500	2.850

Muestras: 1-8 Adamellita.  
9-11 Microadamellita.  
12-14 Greisen.

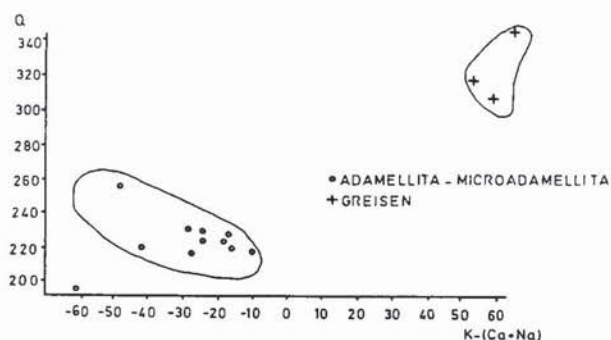


Fig. 2.—Diagrama de H. La Roche.

presentan un carácter marcadamente alcalino, registrándose una disminución en los índices de sodificación en el segundo de los casos. Las muestras situadas en la zona de greisen presentan una disminución brusca en sus concentraciones de sodio con valores que son siempre inferiores al 1%. En función del diagrama químico mineralógico de H. La Roche (fig. 2), que utiliza en ordenadas el parámetro Q ( $\text{Si}/3-(\text{K}-\text{Na}-2\text{Ca}/3)$ ) y en abscisas la relación  $\text{K}-(\text{Na}+\text{Ca})$ , se puede apreciar una tendencia silicosódica tanto para la adamellita como para la microadamellita, situándose las restantes muestras en la zona de greisen. En dicho diagrama se han expresado los valores en equivalentes atómicos (tabla 1).

Los contenidos en calcio, nunca superiores al 0,80% en forma de óxido, resultan particularmente bajos como consecuencia del carácter albitico tan marcado que presentan las plagioclasas.

Los dos tipos petrológicos, adamellitas y microadamellitas, son de carácter peraluminoso, con valores medios de los índices de peraluminosidad de 1,84 y de 1,80 respectivamente. Hay que destacar una alta concentración de aluminio en la zona de greisen como consecuencia de los procesos de moscovitización resultantes.

El contenido en sílice es mayor en la facies microadamellita y resulta especialmente alto en las muestras de greisen. También hay que destacar en estas muestras fondos ligeramente superiores, con respecto a los demás, de hierro y potasio.

### Geoquímica de elementos traza

Rubidio y flúor son los elementos que presentan las concentraciones más altas en todas las muestras, alcanzando ambos los mayores valores en las zonas de greisen.

En las muestras de greisen destaca una elevada concentración de estaño, hasta diez veces superior al fondo geoquímico, consecuencia directa de la mineralización de casiterita que hay en los stockworks del

plutón. También hay que destacar en ellas un incremento en concentraciones de flúor y boro. En las muestras que hay mineralización de estaño existe buena correlación positiva entre este elemento y el boro. Igualmente se puede observar una buena correlación positiva entre estaño y bario para todas las muestras, exceptuando las situadas en zona de greisen.

La correlación entre litio y cesio, en todas las muestras, es excelente, presentando ambos elementos un comportamiento afin con respecto al rubidio.

Por su parte, el bario se encuentra bien correlacionado con el estroncio.

Hay que destacar un comportamiento geoquímico muy similar y, por consiguiente, una buena correlación positiva entre litio, rubidio y cesio. Los tres elementos tienen concentraciones ligeramente superiores en las muestras de greisen.

Comparando la evolución de elementos mayores y traza se puede observar una cierta correlación positiva de la sílice con litio, rubidio y cesio. Por su parte, bario y estroncio, que se encuentran bien correlacionados entre sí, presentan una correlación negativa con relación a la sílice.

Flúor y boro presentan correlación positiva entre sí y ambos tienen un comportamiento similar con el estaño.

### Distribución de uranio y torio

Los resultados obtenidos en los análisis de uranio y torio se expresan en la tabla 3.

#### Estudio estadístico

Con objeto de cuantificar los fondos geoquímicos de uranio y torio en este plutón se ha procedido al

Tabla 3.—Distribución de torio y uranio

Muestras	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (ppm.)	ThO <sub>2</sub> (ppm.)	ThO <sub>2</sub> /U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
1	12,0	6,7	0,56
2	11,5	7,0	0,61
3	8,3	9,6	1,15
4	10,9	3,9	0,36
5	13,6	11,9	0,87
6	6,1	6,7	1,10
7	11,7	8,7	0,74
8	5,6	11,1	1,98
9	8,1	4,1	0,50
10	6,9	7,6	1,10
11	8,5	5,2	0,61
12	13,1	8,7	0,66
13	8,1	4,2	0,52
14	8,0	5,9	0,73

Muestras: 1-8 Adamellita.  
9-11 Microadamellita.  
12-14 Greisen.

estudio estadístico de los valores encontrados, considerando que la distribución de los elementos sigue una ley próxima a la lognormalidad. Por tal motivo se han representado en papel probabilístico log-normal las poblaciones de los valores de uranio y torio, así como el cociente de ambos elementos (fig. 2).

Para el torio se obtienen los niveles de significación geoquímica siguientes:

$$\begin{aligned} \mu + \sigma &= 9,7 \text{ ppm} \\ \mu &= 7,2 \text{ ppm} \\ \mu - \sigma &= 4,8 \text{ ppm} \\ \mu - 2\sigma &= 2,4 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Se observa un excelente ajuste de las muestras a la recta de dispersión, por lo que es admisible pensar que los procesos geoquímicos que han actuado han sido de una gran homogeneidad, en relación con el comportamiento geoquímico del torio.

De acuerdo con los valores anteriores el fondo geoquímico del torio está comprendido entre 4,8 y 9,7 ppm, con un valor medio próximo a los 7 ppm. En el estudio estadístico del uranio el ajuste a una única población no es tan satisfactorio como en el caso del torio. Se aprecia la incipiente aparición de dos poblaciones, que, como se expone más adelante, tiende a asociarse cada una a un tipo de material, pero que en base al bajo número de muestras no puede establecerse como definitiva la existencia de dichas poblaciones.

Es por ello que se ha realizado un ajuste en la recta de Henry al conjunto total de los puntos, y de dicha recta se han obtenido los niveles de significación que reflejan claramente el comportamiento geoquímico de cada muestra. Dichos niveles son los siguientes:

$$\begin{aligned} \mu + \sigma &= 11,9 \text{ ppm} \\ \mu &= 9,5 \text{ ppm} \\ \mu - \sigma &= 6,9 \text{ ppm} \\ \mu - 2\sigma &= 4,4 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Según estos valores el fondo geoquímico del uranio estaría comprendido entre 6,9 y 11,9 ppm., con un valor medio de 9,5 ppm.

Debido al comportamiento geoquímico de estos elementos, se ha estudiado la relación entre ambos (Th/U), obteniéndose una población de valores que se ajustan, en el papel probabilístico, bastante bien a una distribución log-normal. Los valores de significación geoquímica son los siguientes:

$$\begin{aligned} \mu + 2\sigma &= 1,6 \text{ ppm} \\ \mu + \sigma &= 1,2 \text{ ppm} \\ \mu &= 0,8 \text{ ppm} \\ \mu - \sigma &= 0,4 \text{ ppm} \end{aligned}$$

*Distribución regional*

El uranio (fig. 3), dentro de las adamellitas, presenta una variación amplia de valores con rangos de

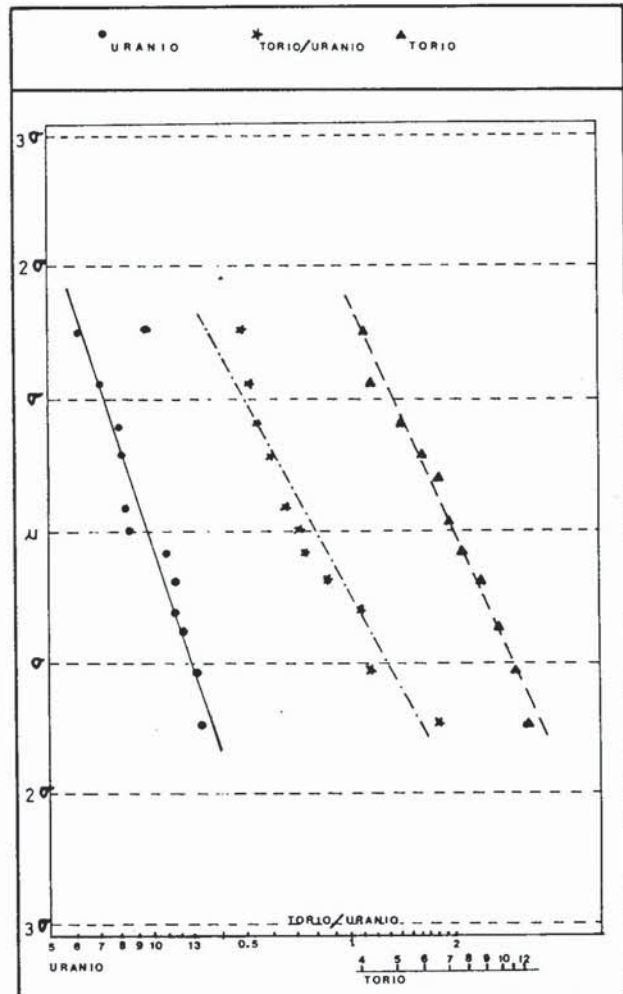


Fig. 3.—Estudio estadístico (Rectas de Henry).

concentración que van desde  $\mu + 2\sigma$  a  $\mu - 2\sigma$ . Las mayores concentraciones, excepción hecha de la muestra 5, corresponden a las muestras 1, 2 y 7, que se sitúan las tres al sur de la apófisis, siendo las más distantes de las zonas de filones.

Las muestras situadas en la zona de las microadamellitas presentan siempre concentraciones inferiores al valor medio de la población total de valores.

Dentro del greisen las facies de grano fino y grano medio tienen concentraciones inferiores al valor medio total, mientras que la muestra tomada en la parte externa del mismo, que es de grano grueso, tiene una concentración superior al nivel estadístico ( $\mu + \sigma$ ).

En cuanto a las distribución del torio (fig. 4), las adamellitas presentan también las concentraciones más altas, con dos muestras que presentan valores superiores al fondo de la apófisis. El valor medio de las mismas, 7,4 ppm., es netamente superior al de las microadamellitas, que es de 5,6 ppm. Las muestras

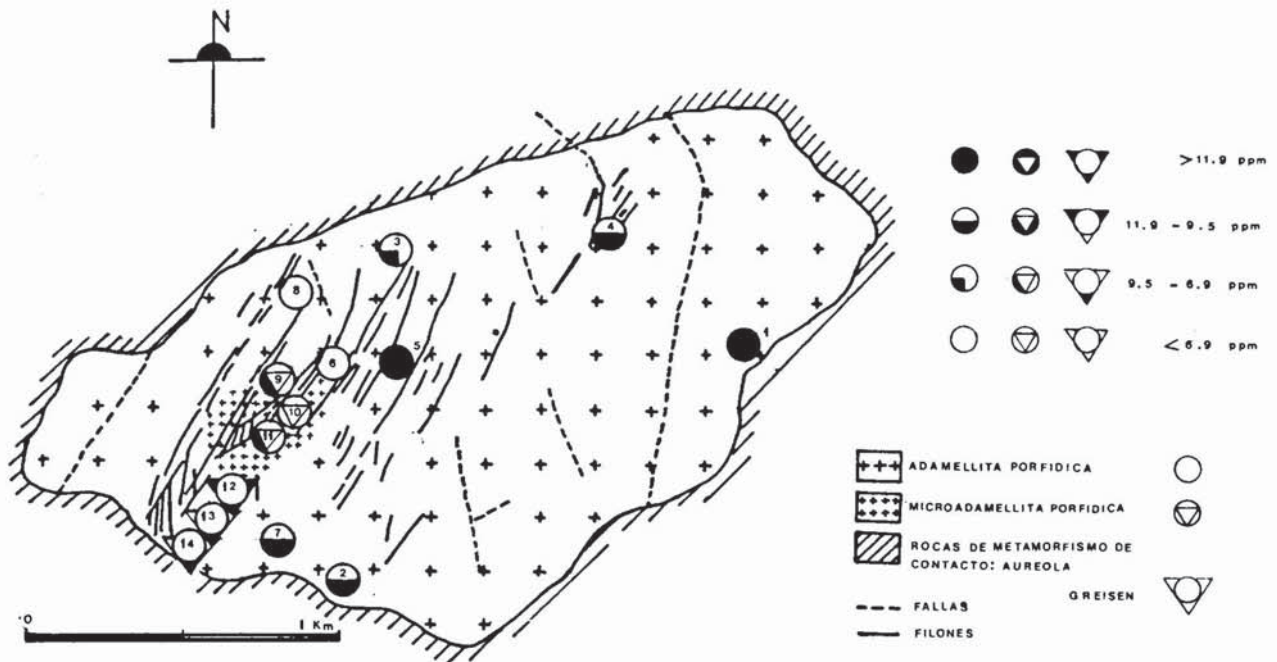


Fig. 4.—Distribución estadística de uranio.

ubicadas en la zona de greisen presentan el valor más elevado en la parte más externa del mismo, que corresponde a las facies más gruesas, mientras que las correspondientes a facies de grano fino y medio tiene concentraciones inferiores a la media total.

En la distribución en función de la relación Th/U (fig. 5), dentro de las adamellitas, exceptuando el bajo valor del cociente que presenta la muestra 4, las relaciones más bajas corresponden a las muestras 1, 2 y 7 que son las más alejadas de los filones mineralizados.

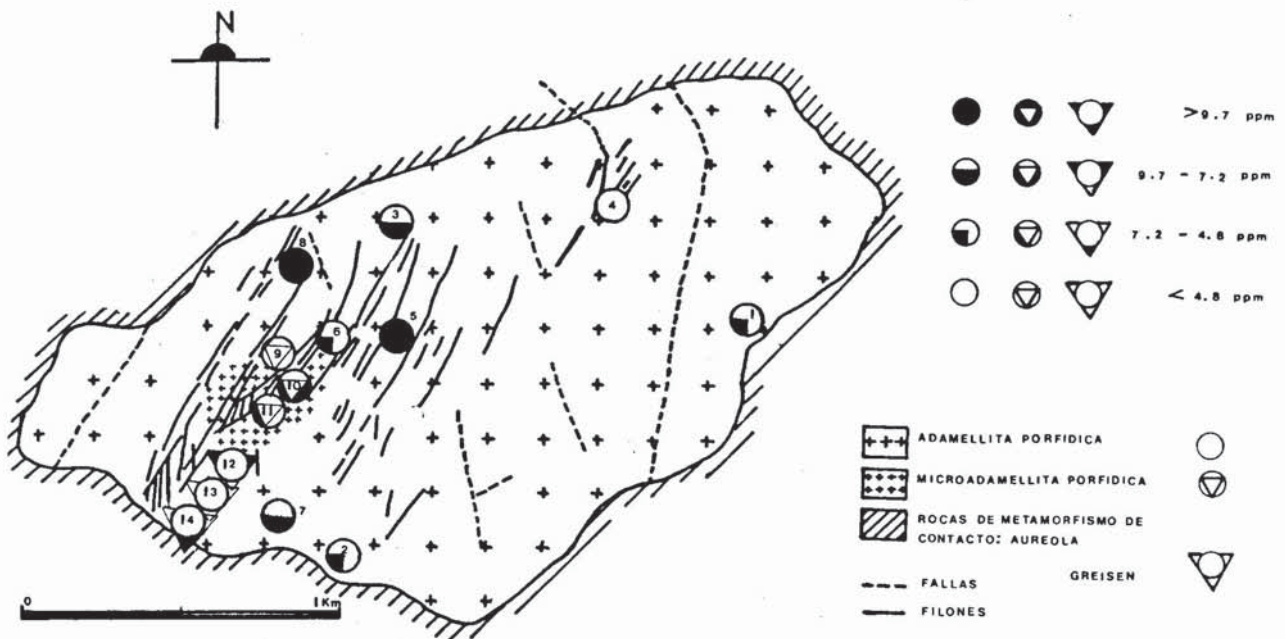


Fig. 5.—Distribución estadística de torio.

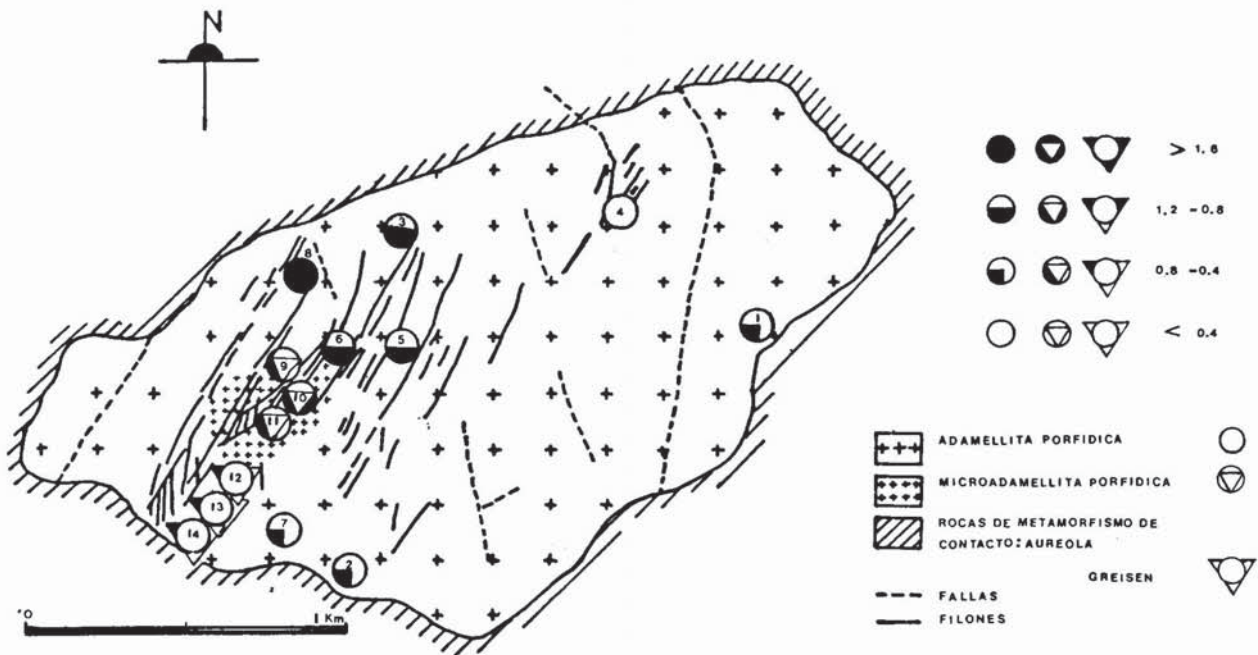


Fig. 6.—Relación estadística de Th/U.

En las microadamellitas el valor medio de dicho cociente es inferior al de las adamellitas. En las muestras de greisen la relación es inferior a uno para todas ellas, encontrándose las mismas en el nivel de significación estadística  $\mu$  a ( $\mu - \sigma$ ).

**Correlaciones U-Th/resto de elementos**

Con objeto de establecer la relación entre los contenidos de uranio y torio con las características geoquímicas de las rocas que forman la apófisis adamellítica de Logrosán se han estudiado los coeficientes de correlación lineal de Pearson y los diagramas de nubes de puntos entre estos dos elementos y aquellos que mejor definen el carácter geoquímico del batolito.

**Correlación Th/U**

El coeficiente de correlación lineal de Pearson, con un valor de  $-0,17$ , indica claramente que no existe ninguna correlación geoquímica entre estos elementos (fig. 6). El valor del cociente entre ambos, que solamente en el 28% de las muestras supera la unidad, es más bien bajo si tenemos en cuenta los valores habituales para este tipo de materiales.

Aunque el valor del cociente no discrimine bien entre adamellita, microadamellita y zona de greisenificación, sí se puede apreciar una disminución del mismo en ese sentido:

Adamellita	Rango = 0,36-1,98 $\bar{x} = 0,92$
Microadamellita	Rango = 0,50-1,10 $\bar{x} = 0,74$
Greisen	Rango = 0,52-0,73 $\bar{x} = 0,64$

En esta distribución resulta reseñable el empobrecimiento en torio que presentan las microadamellitas y la mayor proporción de uranio registrada en la zona de greisen.

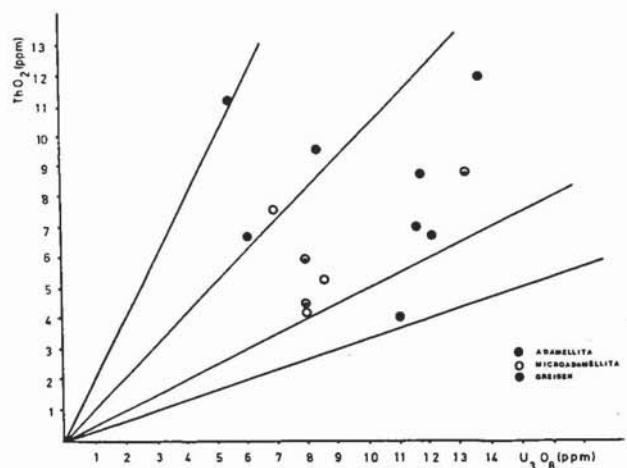


Fig. 7.—Correlaciones de uranio y torio en las muestras estudiadas.

### Correlación U-Th/SiO<sub>2</sub>

Considerando el conjunto de todas las muestras no se observa ningún tipo de correlación entre uranio y sílice (fig. 7). El valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson es de  $-0,06$ . Si nos ceñimos al grupo de las adamellitas se puede apreciar una correlación positiva aceptable entre estos dos elementos para las muestras 1, 2, 3, 4, 5 y 7.

El torio, por su parte, no presenta ninguna correlación clara con la sílice ni en el conjunto de las adamellitas ni en el total de las muestras.

### Correlación U-Th/ferromagnesianos

Se ha estudiado la relación de uranio y torio con los ferromagnesianos, agrupándose en este término la suma de hierro total, titanio y magnesio (fig. 8).

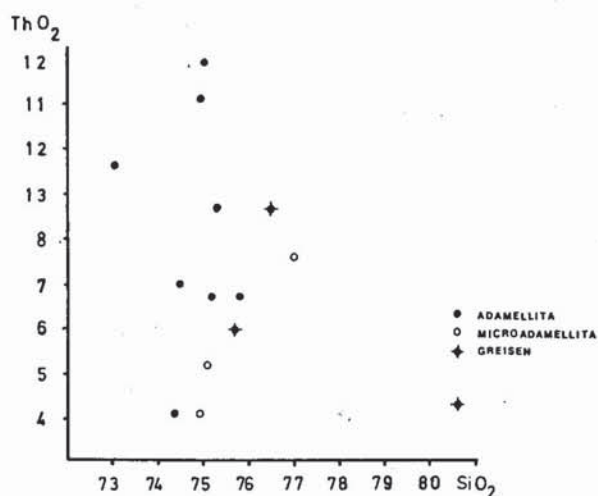
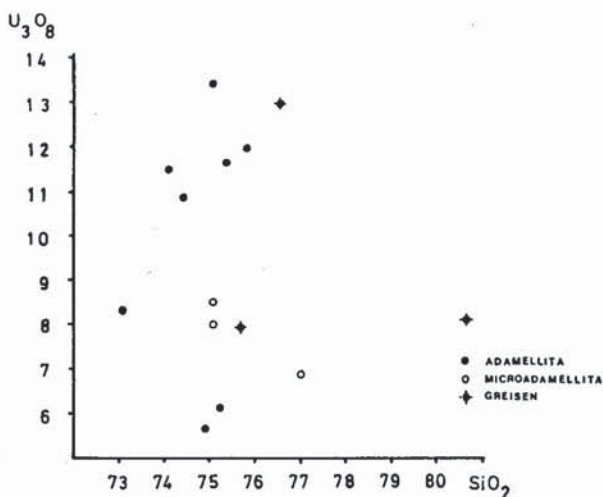


Fig. 8.—Correlación de uranio y torio frente a sílice.

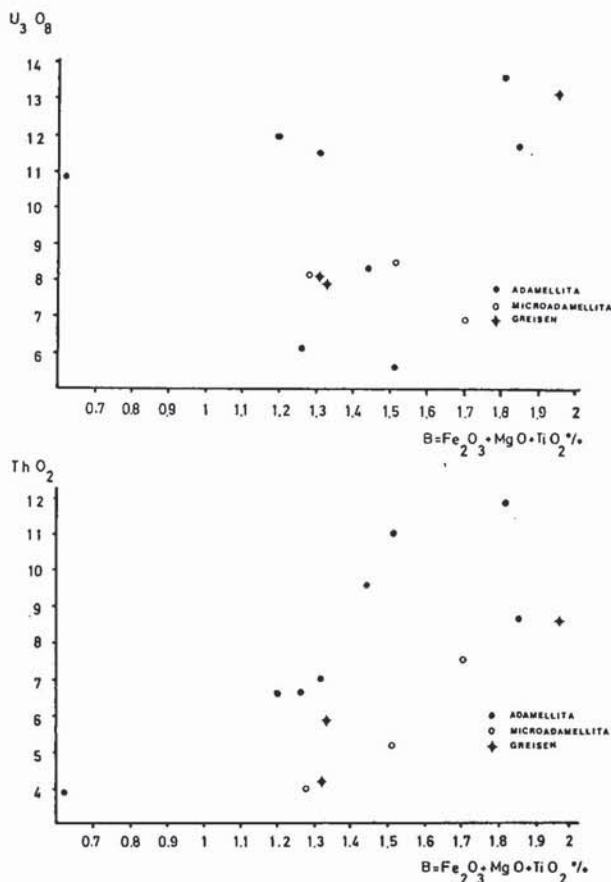


Fig. 9.—Correlación de uranio y torio frente a ferromagnesianos.

Para el uranio no se aprecia ningún tipo de correlación con los elementos ferromagnesianos. El torio, por el contrario, muestra una clara correlación positiva con este grupo de elementos. Esta es especialmente buena para el conjunto de las adamellitas, con la excepción de la muestra 7, como se puede ver en el diagrama de nube de puntos, siendo el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson de  $+0,86$ . Para el conjunto total de muestras el valor de dicho coeficiente es de  $+0,67$ .

### Correlación U-Th/alcalinos

Se han estudiado las variaciones que presentan uranio y torio con sodio y potasio (figs. 9 y 10).

En el caso del sodio, la disposición de las muestras en los diagramas de nubes de puntos, tanto en su relación con el torio como con el uranio, indican una correlación muy próxima a cero. El valor calculado para los coeficientes de correlación lineal de Pearson es de  $-0,05$  para el par sodio/uranio, y de  $-0,06$  para el sodio/torio.

El potasio tiene un coeficiente de correlación lineal



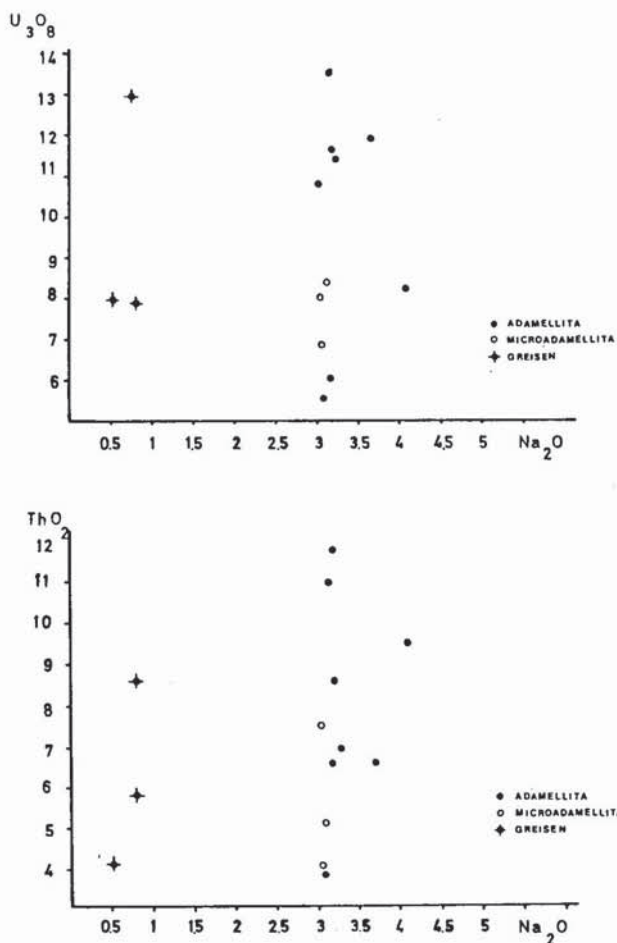


Fig. 10.—Correlación de uranio y torio frente a sodio.

de  $-0,06$  con el uranio y de  $-0,12$  con el torio. En el primer caso se puede apreciar, en el diagrama de nube de puntos, una cierta correlación negativa, dentro del grupo de las adamellitas, para las muestras 1, 2, 4, 5, 7 y 8. Por el contrario, en el par potasio/torio es apreciable una correlación positiva aceptable entre las muestras 1, 2, 4, 6, 7 y 8.

**Discusión general**

El torio presenta contenidos análogos a los habituales para este tipo de rocas. El uranio, por su parte, presenta un fondo más bien alto, de manera especial en las muestras de adamellita.

Tanto uranio como torio presentan mayores fondos geoquímicos en las adamellitas que en las microadamellitas o en las muestras de greisen.

Las relaciones de  $Th/U$ , que solamente toman valores superiores a uno en cuatro muestras, son ostensiblemente más bajas en la zona de greisen

debido probablemente a la moscovitización que han sufrido las biotitas como consecuencia de la alteración sufrida por la adamellita.

La buena correlación positiva existente entre el torio y los elementos ferromagnesianos nos indica que dicho elemento se encuentra fundamentalmente asociado a las biotitas. Ello estaría de acuerdo con los fondos más bajos que presentan las microadamellitas, dado que en esta facies la biotita se encuentra en menor proporción, como mineral constitutivo, que en las adamellitas (Guijarro *et al.*, 1985).

La no existencia de correlación entre el uranio y el resto de los elementos hace difícil su explicación geoquímica detallada, si bien esta es clara de acuerdo con el proceso petrogenético general deducido para las dos facies petrográficas existentes. No existe relación entre la mineralización de estaño y la distribución de uranio y torio. No obstante, en la zona greisenificada se observa un aumento de la concentración de uranio desde el filón a la adamellita fresca, por lo

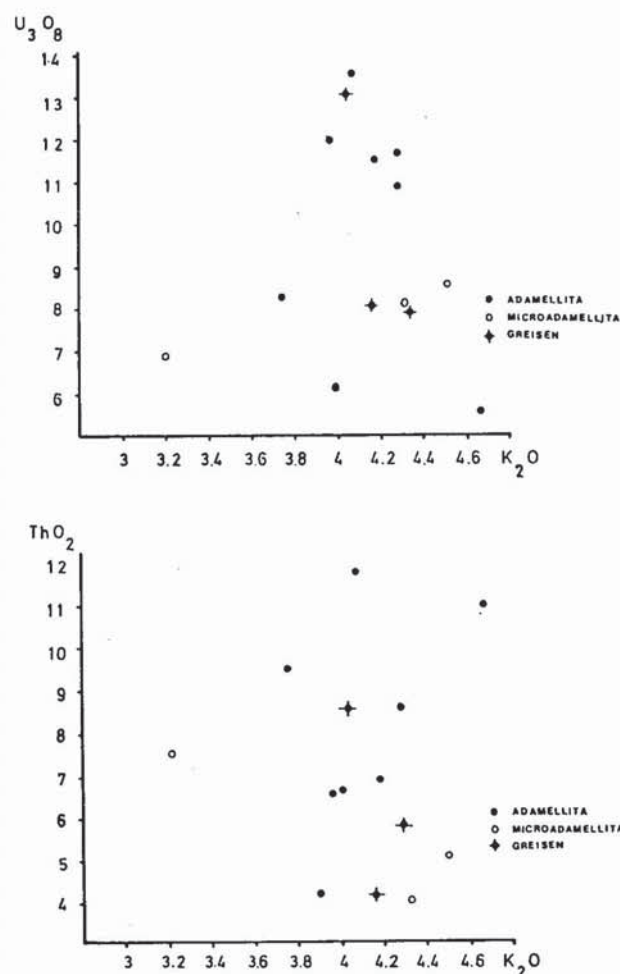


Fig. 11.—Correlación de uranio y torio frente a potasio.

que puede deducirse que el proceso de desarrollo de esta alteración produce una lixiviación de uranio que posteriormente no se encuentra asociado a la mineralización de estaño. Ello implica que durante este proceso han podido liberarse soluciones ricas en uranio que podrían actuar como fuente para posibles mineralizaciones siempre y cuando existiera un ambiente de deposición favorable que no parece encontrarse dentro del propio plutón.

De acuerdo con los datos anteriores es difícil encuadrar estos materiales dentro de las clasificaciones habituales de granitos en relación con sus posibilidades uraníferas, tanto de carácter tectónico (Roger *et al.*, 1978; Chappel y White, 1974; Tauson y Kozlov, 1973) como en las de carácter geoquímico (Mathew, 1977; Nishimori *et al.*, 1977; Simpson *et al.*, 1982), dado que además el número de muestras no es lo suficientemente grande y no se han realizado análisis de Tierras Raras.

Referente al resto de los elementos hay que destacar la lógica asociación F-B-Sn en las muestras de greisen que confieren a este plutón un elevado interés minero. La utilización de estaño como indicador se ve potenciada por flúor y boro. No se ha observado un incremento diferencial de estos elementos en los distintos materiales existentes.

## Referencias

- Constalde, J. L. y Hubbard, F. M. (1981): U, Th and K distribution in a differentiated charnockite-granite intrusion and associated rocks from SW Sweden. *Mineralog. Magaz.*, 44, 409-415.
- Chappel, B. W. y White, A. J. R. (1974): Two contrasting granite types. *Pac. Geol.*, 8, 173-174.
- Dimitrov, G. (1985): *Formation of uranium deposits*. I.A.E.A. Technical Committee meeting on recognition of uranium province.
- Guijarro, J. (1982): *Mineralizaciones de W-Sn ligadas a los plutones graníticos de Trujillo y Logrosán (Cáceres, España)*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Guijarro, J.; Moreno, A.; Astudillo, J. y Gutiérrez, A. (1984 a): Estudio petrológico y geoquímicos del plutón de Trujillo (Cáceres, España). *Estudios geol.*, 40, 3-14.
- Guijarro, J.; Monseur, J., y Gutiérrez, A. (1984 b): Mineralizaciones estanníferas asociadas a la apófisis adamellítica de Logrosán (Cáceres, España). *I Congreso Español de Geología*, t. II, 479-489.
- Guijarro, J.; Astudillo, J.; Moreno, A., y Gutiérrez, A. (1985): Distribución de uranio y torio en el plutón de Trujillo. *Bol. Geol. y Min.*, 96, 186-196.
- La Roche, H. de (1963): Sur l'expression graphique des relations entre la composition chimique et la composition mineralogique quantitative des roches cristallines. *Sci. de la Terre (Nancy)*, 9, 3, 293-337.
- Mahadevan, D. M. (1985): *Characteritation and genesis of the SINGHBUM uranium province, India*. I.A.E.A. Technical Committee meeting on recognition of uranium province.
- Mathews, G. W. (1977): A classification of uranium deposits in related to plutonic igneous rocks. In: *NURE Geology Uranium Symposium*, Introductory Session.
- Nishimori, R. K.; Ragland, P. C.; Rogers, J. J. W., y Greenberg, J. K. (1977): *Uranium deposits in granitic rocks*. Energy Res. Div. Admin. Open File Rep. GJBX-13 (77). Grand Junction, Colo, 311 pp.
- Rogers, J. J. W.; Ragland, P. C.; Nishimori, R. K.; Greenberg, J. K. y Hauck, S. A. (1978): Varities of granitic uranium deposits and favorable exploration areas in the eastern U.S. *Econ. Geol.*, 73, 1539-1555.
- Rossi, Ph. (1975): *Geologie et gitologie du Cerro San Cristobal. Logrosan (Cáceres, Espagne)*. Thèse 3.<sup>er</sup> cycle. Univ. Paris-Sud (Centre d'Orsay).
- Simpson, P. R.; Plant, J. A.; Watson, J. W.; Gran, P., y Fowler, M. B. (1982): *The role of metalliferous and mineralised uranium granites in the formation of uranium provinces*. Uranium Explo. Methods. OECD, Nuclear Energy Agency.
- Tauson, L. V. y Kozlov, V. D. (1973): *Distribution functions and ratios of trace elements concentrations as estimators of the ore bearing potential of granites*. Geochemical Expl. Institution of mining and metallurgy. Ed. M. J. Jones.
- Varea, R. (1982): *Geochemical study of the granitoids around el Lobo uranium mine, Badajoz (Spain)*. Uranium Exploration Methods. Paris.
- Winkler, M. G. F. (1978): *Petrogénesis de rocas metamórficas*. Ed. M. Blume. Madrid.

Recibido el 5 de diciembre de 1985

Aceptado el 3 de noviembre de 1986