

# Los Sedimentos precámbricos del Guainía y el origen de las Ocurrencias auríferas en el Borde occidental del Escudo de Guayanas

JAIME GALVIS VERGARA

Geólogo Consultor. Apartado 92094, Bogotá, Colombia

GALVIS V., J. (1993): Los Sedimentos precámbricos del Guainía y el Origen de las Ocurrencias auríferas en el Borde occidental del Escudo de Guayanas.- Geol. Colombiana, 18, pp. 119 - 136, 28 figs., Bogotá.

## RESUMEN

**El presente artículo contiene observaciones de campo y petrográficas acerca de las unidades litológicas que se observan en las serranías de Naquén y Caranacoa, situadas en el Departamento del Guainía, República de Colombia. Se postula una hipótesis acerca del origen de las manifestaciones auríferas que se presentan en dichas serranías.**

**Esta hipótesis propone la precipitación del oro a partir de una salmuera químicamente reductora, causada por el oxígeno expelido por organismos anaeróbicos.**

## ABSTRACT

**This paper contains petrographic and field observations about the lithologic units observed in the Caranacoa and Naquén Ranges, situated in Guainía Department, Colombia. It is postulated a hypothesis about the gold occurrences known in those ranges.**

**Such hypothesis proposes a gold precipitation from chemically reducing brines caused by oxygen expelled by anaerobic organisms.**

## INTRODUCCION

El presente artículo contiene una serie de observaciones y conceptos del autor, resultado de exploraciones realizadas para el Proyecto Radargramétrico del Amazonas, estudio multidisciplinario llevado a cabo por varias agencias gubernamentales de Colombia, para la Compagnie General de Matières Radioactives COGEMA, Amoco Oil Company, Empresas Colombiana de Petróleos (ECOPETROL) e INGEOMINAS.

Con respecto a los criterios fundamentales acerca de la geoquímica y petrografía del Precámbrico en general, así como de algunos rasgos geomorfológicos relacionados con diapirismo evaporítico, se refiere al lector a algunos trabajos básicos listados en la Bibliografía.

## GEOMORFOLOGIA

La región oriental del Guainía presenta los siguientes paisajes geomorfológicos: 1o. Una gran penillanura cubierta

parcialmente por arenas eólicas. 2o. "Inselbergs" y "tors", muy numerosos en la parte sur de la Serranía de Caranacoa y en la zona del bajo Inírida. 3o. Las Serranías de Naquén y Caranacoa (Figs. 1 y 2) propiamente dichas, en forma de relieves asimétricos, elongados en dirección Norte-Sur. Allí se presentan, además, formas dómicas, cubetas casi equidimensionales, zonas de hundimiento y diversas geoformas de aspecto kárstico.

## ESTRATIGRAFIA

La base de la secuencia estratigráfica observable, está constituida por una roca metavolcánica, parcialmente migmatizada, compuesta por plagioclasa, cuarzo con bahías y una matriz microcristalina. Al migmatizarse o granitizarse se presentó una invasión de álcalis, evidenciada por el desarrollo secundario de microclina y biotita, esta última reemplazando anfíbol. En las figs. 3, 4 y 5 se pueden observar estas vulcanitas migmatizadas. Sobre la unidad descrita, reposa una roca metasedimentaria, compuesta de sericitia y cuarzo. Parece tratarse de una metapelita arenosa, ya que la mica constituye más del 60% de la roca.

A la unidad mencionada la sobreyaace un metaconglomerado, compuesto de guijarros de cuarzo lechoso, chert negro, pizarra silícea, cuarcita y de la roca subyacente. Este metaconglomerado es de espesor reducido (30 a 80 cm). Su matriz es de color negro con abundantes cristales octaédricos de magnetita. Posiblemente dicha matriz contiene pechblenda u otros minerales de uranio o torio, dado que presenta una radiometría relativamente alta para una roca de origen detrítico (600 cuentas segundo). Sobre el metasedimento descrito, reposa un conglomerado oligomítico, compuesto de granos de cuarzo lechoso, cuyo tamaño decrece gradualmente hasta tornarse en una metaarenisca. Esta roca forma relieves prominentes en la parte sur de Raudal Alto y Caño Mina en la Sierra de Caranacoa. También descierra en la zona de Santa Rosa y al oriente del aeropuerto de Tigre en la Serranía de Naquén. En esta última, presenta además buenas exposiciones en la zona de Caño Loco y al oeste de allí en un gran pliegue de forma dómica. Sobre la unidad mencionada, reposa una pizarra talcosa de color verde claro, un tuosa al tacto. Al meteorizarse toma un color crema. Esta pizarra está expuesta en Caño Raimundo y en el núcleo del pliegue de Cerro Minas. A la pizarra talcosa, sucede una metaarenisca sacaroide,

cuarzosa, de grano fino a medio; a continuación sigue una alternancia de metaareniscas y pizarras grafitosas, estas últimas con espesores muy inferiores. Hay por lo menos siete niveles de metaareniscas y posiblemente otros tantos lechos de pizarras. Hacia el norte de Naquén y en la Sierra de Caranacoa, la secuencia parece adelgazarse. Las metaareniscas presentan las siguientes características: Se componen de clastos de cuarzo, entre los que se encuentran algunos de color azul. Además se hallan agujas de turmalina formando lechos de poco espesor, esporádicos granos de zircon redondeados, magnetita, ocasionalmente pirita en granos redondeados como se ve en las figs. 6 y 7 formando un mosaico con los granos de cuarzo equidimensionales, indicando con esto un origen detrítico. En general, se evidencia un metamorfismo de bajo grado por lo cual se encuentran en la matriz minerales tales como cloritoide y andalusita (Fig. 8). La matriz de composición pelítica se presenta totalmente transformada en sericitia, en partes con manchas de grafito. Además de los minerales anotados, cabe agragar la frecuente aparición de vacíos con formas geométricas, posiblemente originados en la disolución de minerales, como se puede apreciar en las figs. 9, 10, 11, 12 y 13. Además hay metaareniscas de aspecto craquelado, con suturas como si la roca hubiera sido compactada, cerrando cavidades. En las metaareniscas del Guainía, son frecuentes las intercalaciones de metaconglomerados cuarzosos (Fig. 14) en forma de lentes. También se presentan metaareniscas en las que predomina la matriz sericítica, que pueden considerarse metapelitas arenosas. En las metaareniscas y metaconglomerados del Guainía, son frecuentes las vetas y vetillas de cuarzo puro, en las que este mineral presenta una cristalización irregular, tomando una de las culminaciones del prisma el aspecto de una raíz molar. En esas vetas es frecuente la variedad amatista.

Los metasedimentos detriticos mencionados, se encuentran en varios grados de migmatización, desde una metaarenisca donde la invasión de feldespato de potasio es incipiente (Fig. 17), hasta una roca que gradualmente perdió su aspecto detritico (Figs. 18 y 19) y tomó una composición y textura granitoides. Allí los granos remanentes de cuarzo quedan como islas incluidas en una matriz de grandes cristales de microclina (Fig. 20). Aún en la roca totalmente granitizada es posible identificar cuál fué la composición original.

Los sedimentos pelíticos del Guainía presentan un metamorfismo regional de bajo grado. Son pizarras de colores gris y negro. Son frecuentes las intercalaciones de limolita formando lentes. Los minerales más comunes son sericitia, clorita y grafito. Se encuentra turmalina formando capas delgadas de agujas microscópicas que le dan a la roca un aspecto de fieltro (Fig. 21). Algunas pizarras son grafitosas y en ellas hay esporádicos cristales euhedrales de pirita. Es importante mencionar los vacíos frecuentes (figs. 22 y 23) por los cuales la roca es poco densa. Las pizarras en mención presentan abundantes suturas estilolíticas.

Por último cabe anotar formas de posible origen orgánico, cuyo contorno se conserva en grafito (figs. 23 y 24).

Los metasedimentos pelíticos también se encuentran afectados por los procesos de migmatización. Hay muy buenos ejemplos de esto en los raudales de Mavecure, del Río Inírida y en el paraje denominado Huesito, en las riberas del mismo río, donde están expuestas rocas graníticas que contienen silicoaluminatos tales como sillimanita y cordierita.

Por último, cabe mencionar los diversos granitoides producidos por la migmatización de los metasedimentos y metavulcanitas. En la Fig. 26 se observa un ejemplo de una roca granítica en la que aún se conservan los mosaicos de cuarzo característicos de una antigua roca detrítica metamorfizada. En algunos lugares como el raudal más alto del Caño Nabuquén, en la vertiente oriental de la Sierra de Caranacoa, hay muy buenas exposiciones donde se puede observar en roca fresca la transición de metaarenisca a granito.

## TECTONICA Y PLEGAMIENTO

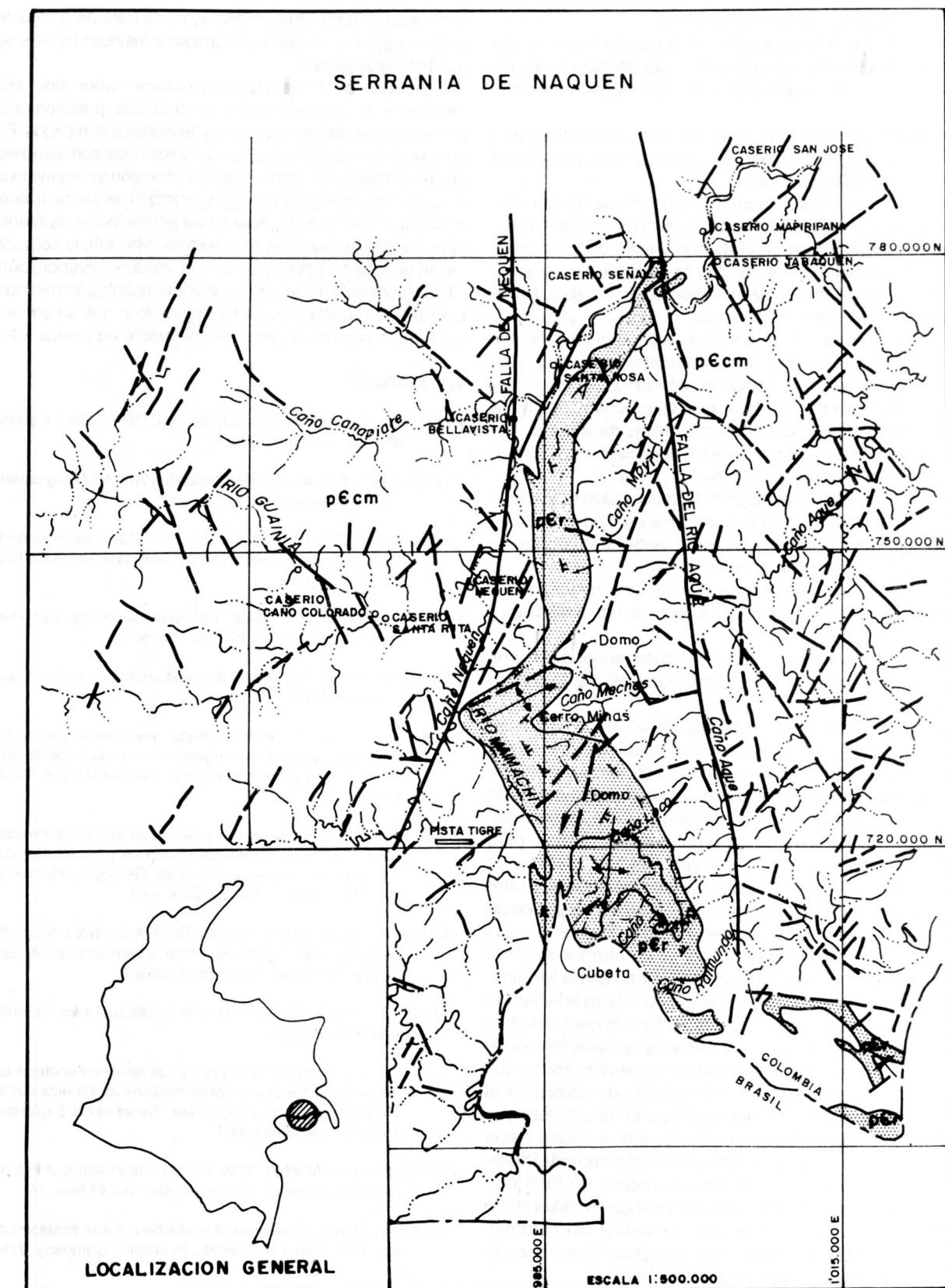
La evolución tectónica de las Sierras de Naquén y Caranacoa es relativamente sencilla y se desarrolló en su mayor parte en el Precámbrico (durante el Proyecto Radargramétrico del Amazonas fueron datadas las principales unidades litológicas). Nada evidencia una actividad significativa durante el Fanerozoico. La región no parece haber sido sometida a grandes eventos orogénicos, no hay indicios de plegamiento intenso ni de fallas inversas.

En el patrón de plegamiento se encuentran características de fenómenos de diapirismo, tales como sinclinales en forma de amplias cubetas y anticlinales estrechos. Algunos de estos tienen forma domica como el que se halla al sur del Raudal Alto del Río Inírida, en la Serranía de Caranacoa, donde además hay una estructura de colapso con aspecto de cráter. También se presentan rasgos de un gran colapso al extremo sur de la Serranía de Naquén en las cabeceras del Río Pehuá.

En ambas serranías son comunes los hundimientos, hay numerosas dolinas y se encuentran algunas cavernas. En cuanto a la tectónica en sentido estricto, las fallas más importantes son: La Falla del Caño Nabuquén, con dirección NEE-SWW, la cual encauza a dicho caño en la mayor parte de su curso. A lo largo de ella se emplazaron dos pequeños stocks graníticos y es conspicua la alteración turmalínica en la zona de brecha. La Falla de Naquén con dirección N-S, que limita al occidente la serranía del mismo nombre. Hay además numerosos alineamientos atribuibles a fallas que requieren confirmación, tales como los de Caño Aque, Caño Mairré y otros en la Serranía de Naquén y los de Caño Apiare y Caño Guiña en la Sierra de Caranacoa.

## GENESIS MINERAL

En este aspecto, el primer factor para considerar es la forma de presentarse el oro, como chicharrones que sueldan y envuelven los granos de cuarzo en metaareniscas y metaconglomerados. En las pizarras se encuentra en forma

**Fig. 1**

de hilos delgados de formas delicadas.

Esto indica una precipitación en la cual la forma de los fragmentos está relacionada a los espacios disponibles en el sedimento y en ningún caso a la dinámica de un arrastre fluvial.

Tampoco hay indicio alguno que permita suponer una mineralización hidrotermal. En contra de esa posibilidad hay los siguientes factores:

1o. En las ocurrencias auríferas observadas no hay alteración hidrotermal. No se hallan minerales típicos de ello, tales como epidota, clorita, carbonatos, sulfuros. En algunos sitios se presentan vetas de cuarzo lechoso puro, discontinuas, que parecen originarse en la solución y reprecipitación de sílice dentro de la misma roca.

2o. La turmalina que se observa en los metasedimentos del Guainía no es de origen neumatolítico, ya que se presenta a lo largo de planos de estratificación, sin estar acompañada de minerales típicos de procesos neumatolíticos, tales como fluorita, topacio, micas de litio, etc. Por otra parte, no se encuentra relación espacial entre la turmalina y las manifestaciones de oro.

3o. No hay indicios de magmatismo que hubiera afectado los metasedimentos que contienen el oro. Solamente se conoce la existencia de un dique de diabasa en el extremo norte de la Serranía de Naquén.

4o. Las rocas metavolcánicas, parcialmente migmatizadas que se hallan en la base de la secuencia, son anteriores a los metasedimentos.

5o. Los granitoides que se conocen en el área, son migmatíticos como lo indican sus características texturales y composicionales.

6o. La granitización o migmatización no es un fenómeno generador de fluidos mineralizantes, por el contrario puede producir dispersión de acumulaciones preexistentes. Cabe agregar que no hay hallazgos de oro en rocas graníticas en el Guainía. Las ocurrencias se limitan a los metamedimentos.

Descartada la hipótesis de un origen hidrotermal, para comprender el proceso de mineralización hay que tener en cuenta varios factores. Entre ellos el tiempo geológico en el que tuvo lugar la sedimentación. La presencia de granos de pirita redondeados en las metaareniscas y de iguales dimensiones que los granos de cuarzo, permite suponer que la deposición ocurrió cuando la atmósfera terrestre era químicamente reductora. Esto lo corrobora además las dataciones radiométricas que realizó el Proyecto Radam Brasil en el extremo sur de la Serranía de Naquén (donde denominaron los metasedimentos en cuestión Formación Tunui), las cuales dieron 1.700 millones de años para el evento metamórfico. Otro aspecto importante lo constituyen las características de los metasedimentos. Entre estas cabe mencionar rasgos morfológicos tales como estructuras de colapso, dolinas, cavernas, sinclinales en forma de cubeta, etc. También aspectos mineralógicos, tales como lechos de sedimentos talcosos, turmalina estratiforme, cuarzo corroído, cuarzo autigénico, vacíos de formas geométricas de posibles minerales solubles, etc.

A todo lo anterior puede agregarse la presencia de grafito, relativamente frecuente, especialmente en los metase-

dimentos pelíticos. Presumiblemente se trata de grafito de origen orgánico, ya que se alcanzan a insinuar formas de posibles organismos.

El proceso de mineralización parece haber sido así: Transporte en solución salina concentrada, posiblemente en forma de complejos ciánicos o de cloruros complejos. En un ambiente reductor este tipo de soluciones son estables. La precipitación pudo tener lugar en sitios donde organismos procaryotes segregaban oxígeno como un desecho tóxico. Al analizar este tipo de proceso de acumulación, la fuente primaria del oro pudo ser muy remota. Más aún la solución salina pudo ser agua de mar concentrada por evaporación.

Posteriormente, ha tenido lugar una concentración residual por procesos edáficos, que ha originado lo que se conoce en la región como "la pega", simplemente un paleosuelo.

## BIBLIOGRAFIA

- DEER, W.A., ZUSSMAN, J. & HOWIE, R.A. (1972): Rock Forming Minerals.- Longman, Vol. 1.
- EVANS, A.M. (1982): Metalization Associated With Acid Magmatism. John Wiley and Sons.
- GALVIS, J., HUGUETT, R. & RUGE, P. (1979): Geología de la Amazonia colombiana.- Boletín Geológico, Vol. XXII, N. 3, pp. 3-86, Bogotá.
- HUTCHINSON, Ch. C. (1983): Economic Deposits and Their Tectonic Setting.- John Wiley and Sons.
- MEHNERT, K.R. (1971): Migmatites and origin of granitic rocks.- Elviesier Publ. Comp. 1971.
- SCHREYER, W. (1977): White Schists, their compositions and Pressure-Temperature regimes based on Experimental Fiel and Petrographic Evidence.- Tectonophysics, Vol 43 Nov.
- SCZERBAN, E. (1976): Cavernas y Simas en Areniscas Precámbricas del Territorio Federal Amazonas y Estado Bolívar.- II Congreso Latinoamericano de Geología, Memorías. Min. Min. e Hidroc. Bol. de Geol. Esp.
- TAKAHASHI, M., ARAMAKI, S. & ISHEHARA, S. (1980): Magnetite Series/Illmenite Series vs. I type S type Granitoids.- Soc. Mining Geologists Japan Spec Issue 8.
- TALBOT, J.C. & JACKSON, P.A.M. (1987): Salt Tectonics.-Scientific American, August.
- TAUZON, L.V. & KOSLOV, V.D. (1980): Distribution Functions and ratios of trace-element concentrations as stimators of the ore-bearing potential of granites.- Geochemical Exploration 1972 Ed. by Jones, M.J.
- WHITE, J.R. & CHAPPELL, B.W. (1977): Ultrametamorphism and Granitoid Genesis.-Tectonophysics Vol 43 Nov. 15.
- WOLF, K.H. (1976): Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits.- Elsevier Scientific Publishing Company 1976.

*Manuscrito recibido, Mayo de 1993*

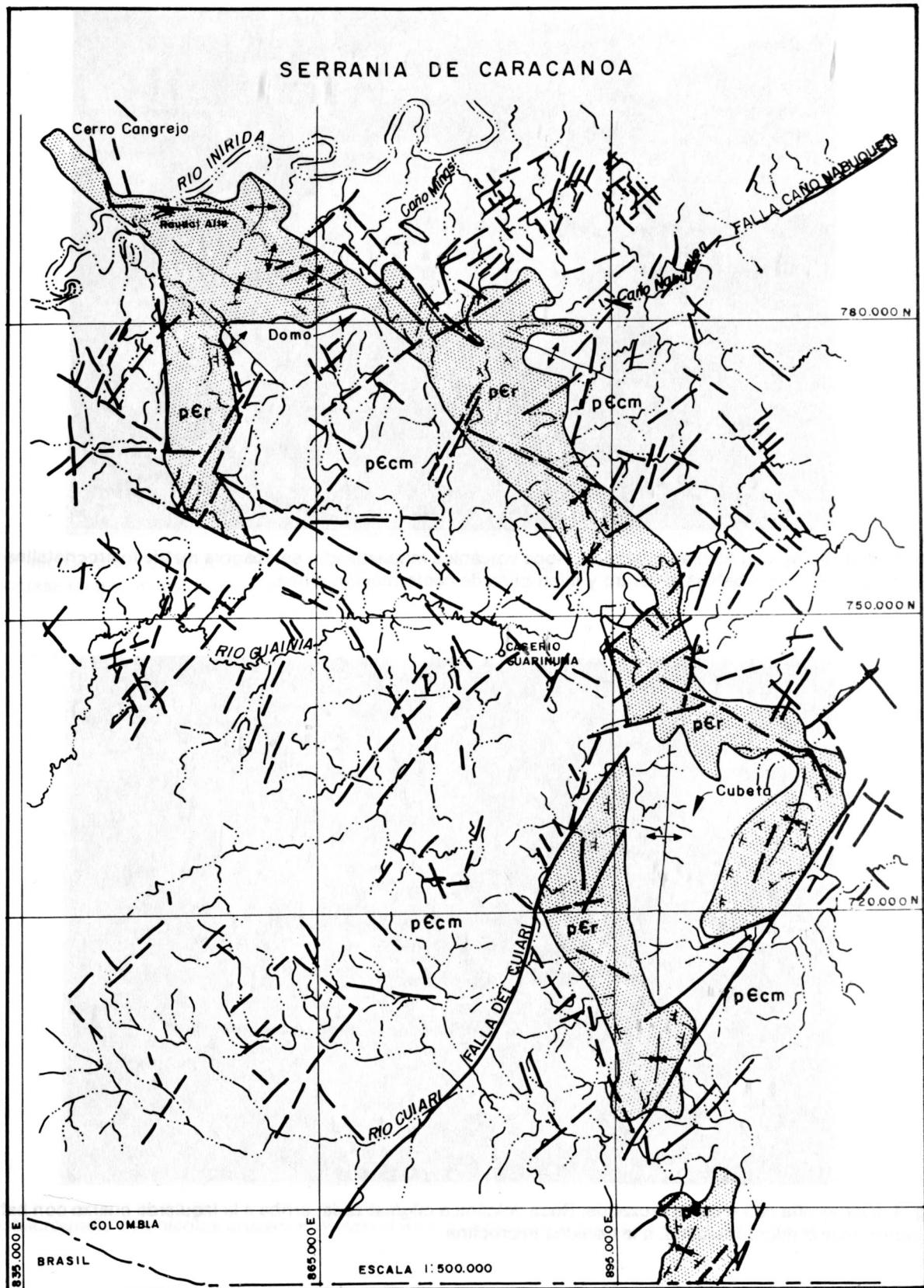


Fig. 2

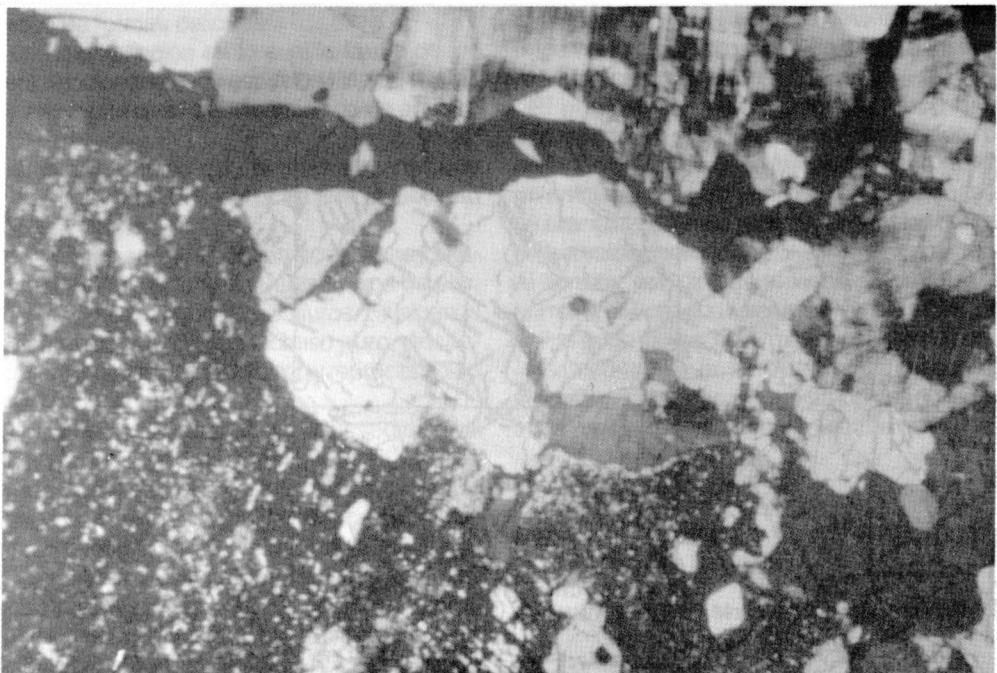


Fig. 3. Micrografía con nicoles cruzados. Roca volcánica migmatizada; se observa matriz microcristalina a la izquierda, cuarzo con bahías al centro y microclina de neoformación arriba.

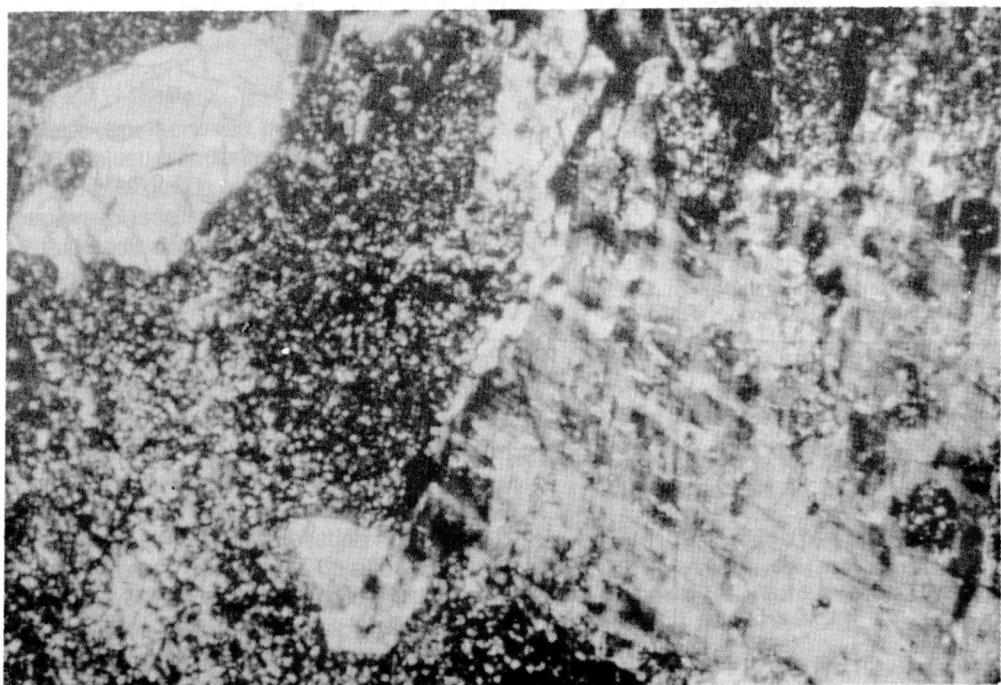


Fig. 4. Micrografía con nicoles cruzados. Roca volcánica migmatizada; arriba a la izquierda cuarzo con bahías, al centro matriz microcristalina, a la derecha microclina.

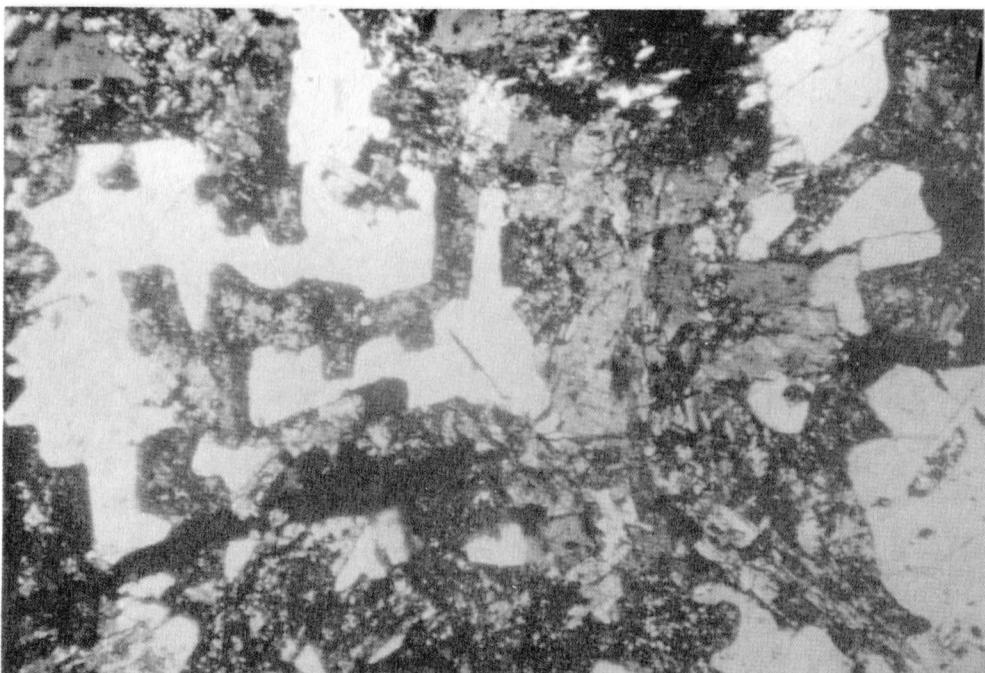


Fig. 5. Micrografía con nícoles cruzados. Se observa cuarzo con bahías, anfíbol parcialmente biotitizado; plagioclasa en microlitos. Roca volcánica.

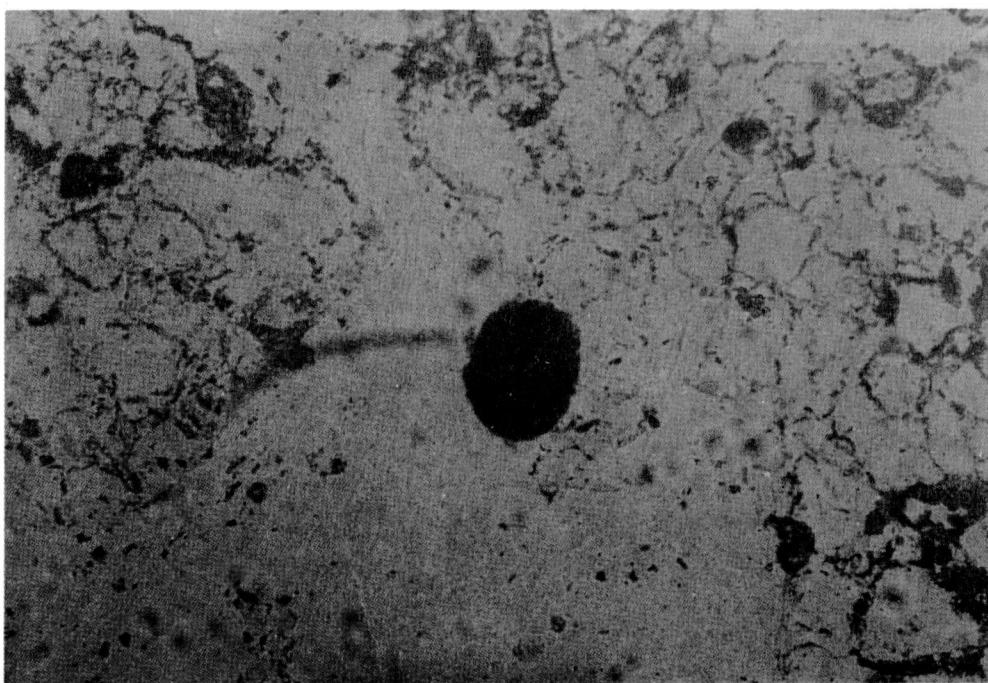


Fig. 6. Micrografía con nícoles cruzados. Metaarenisca. Al centro se observa un grano de pirita redondeado.

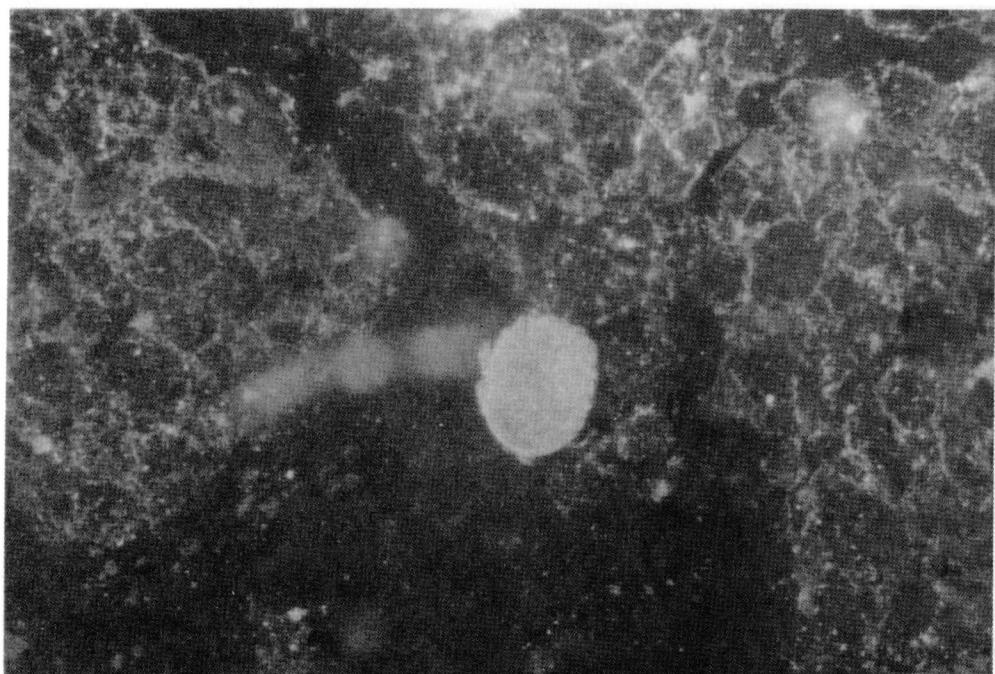


Fig. 7. Micrografía con nícoles paralelos. *Idem* metaarenisca anterior.

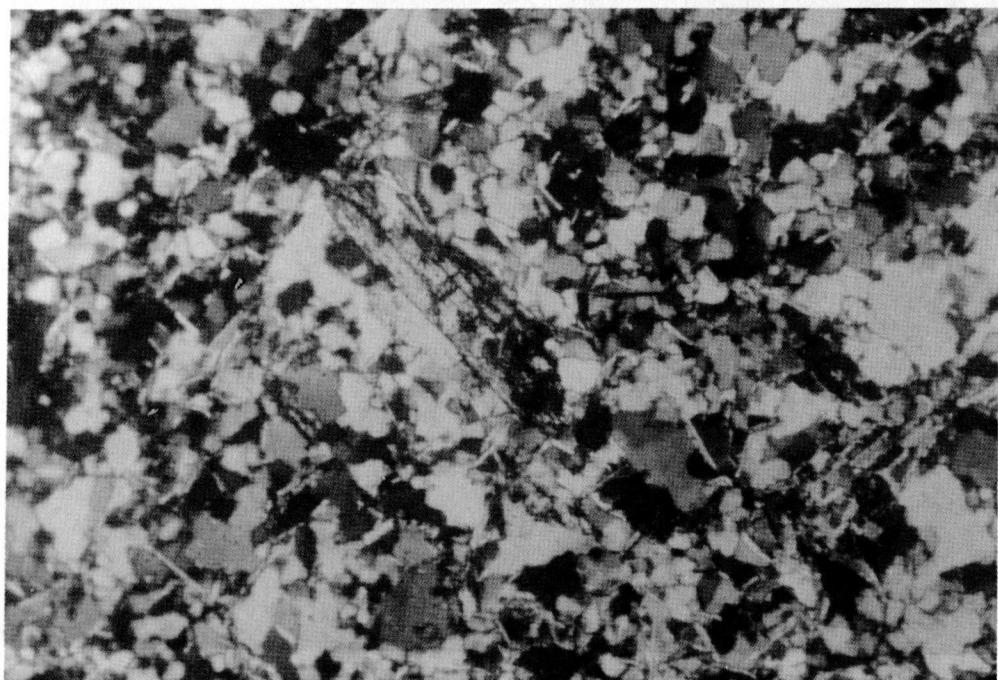


Fig. 8. Micrografía con nícols cruzados. Metaarenisca con cristal de andalusita al centro.

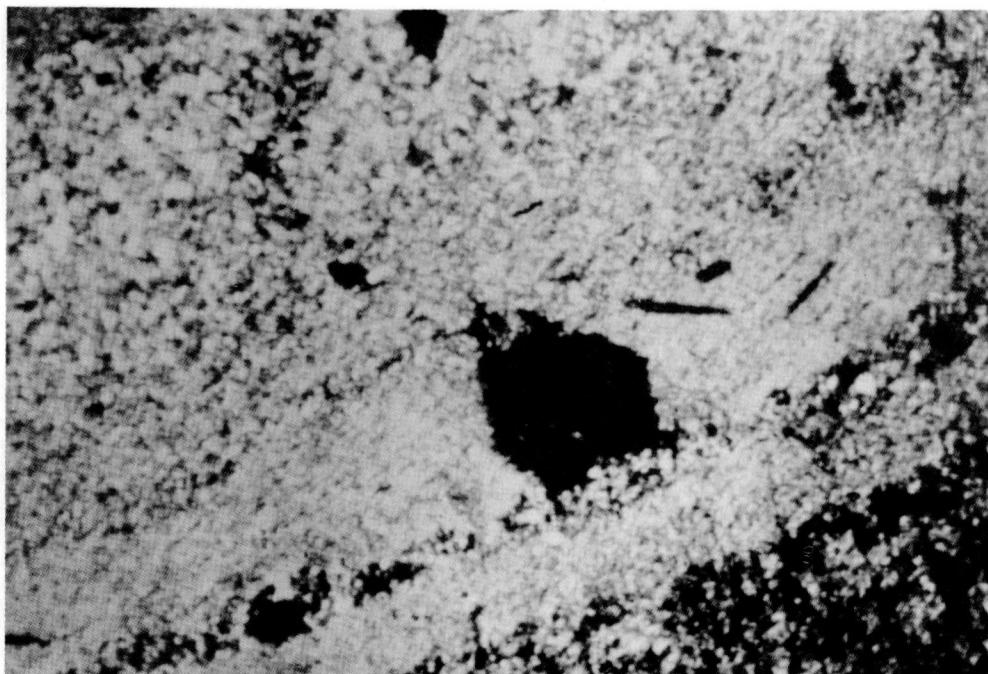


Fig. 9. Micrografía con nicoles cruzados. Metaarenisca con vacío geométrico por disolución de un mineral.

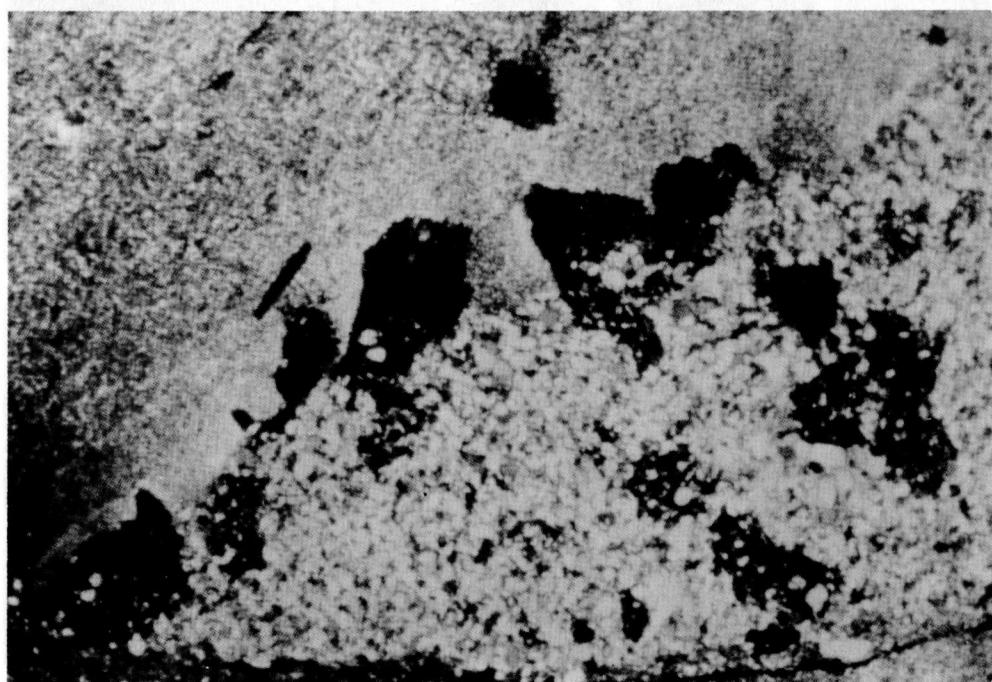


Fig. 10. Micrografía con nicoles cruzados. Metaarenisca con vacíos de formas geométricas ¿pseudomorfos de minerales solubles?

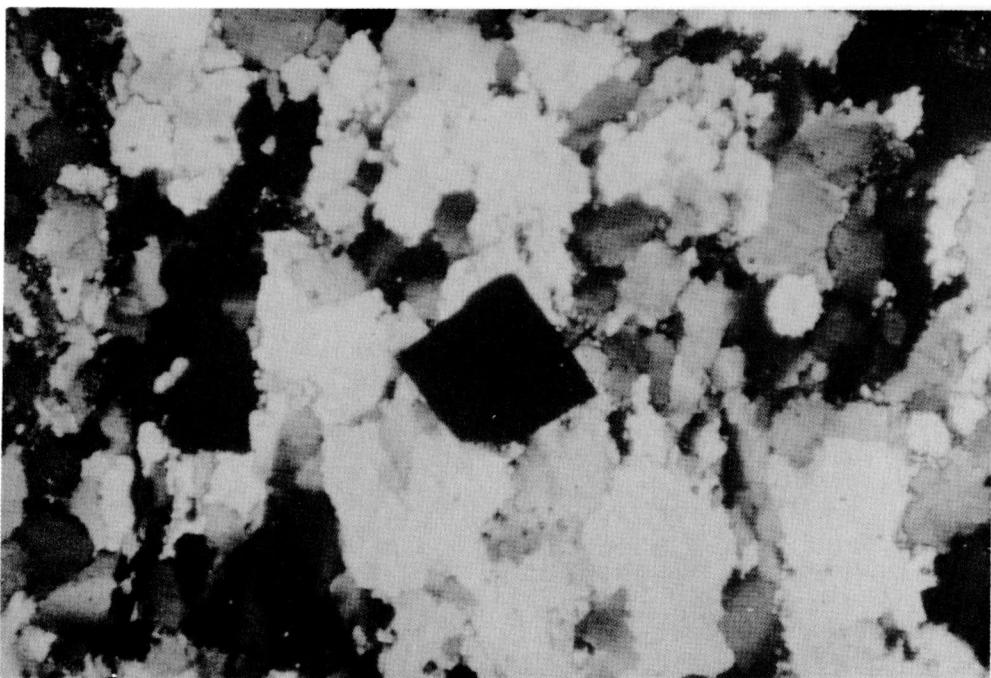


Fig. 11. Micrografía con nicoles cruzados. Metaareniscas con vacío de un mineral de forma cúbica.

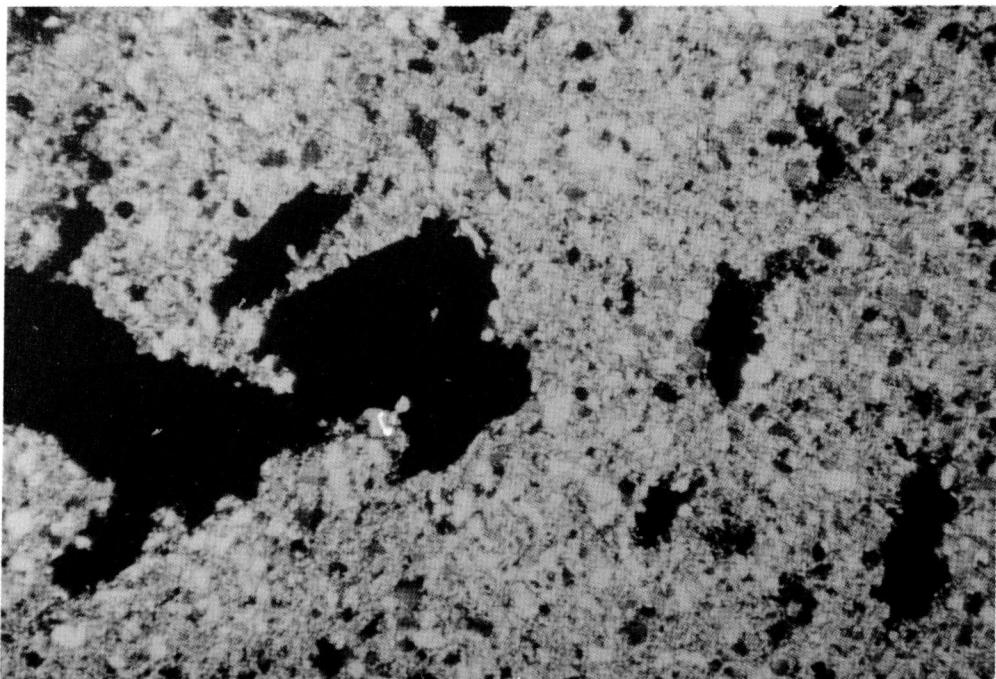
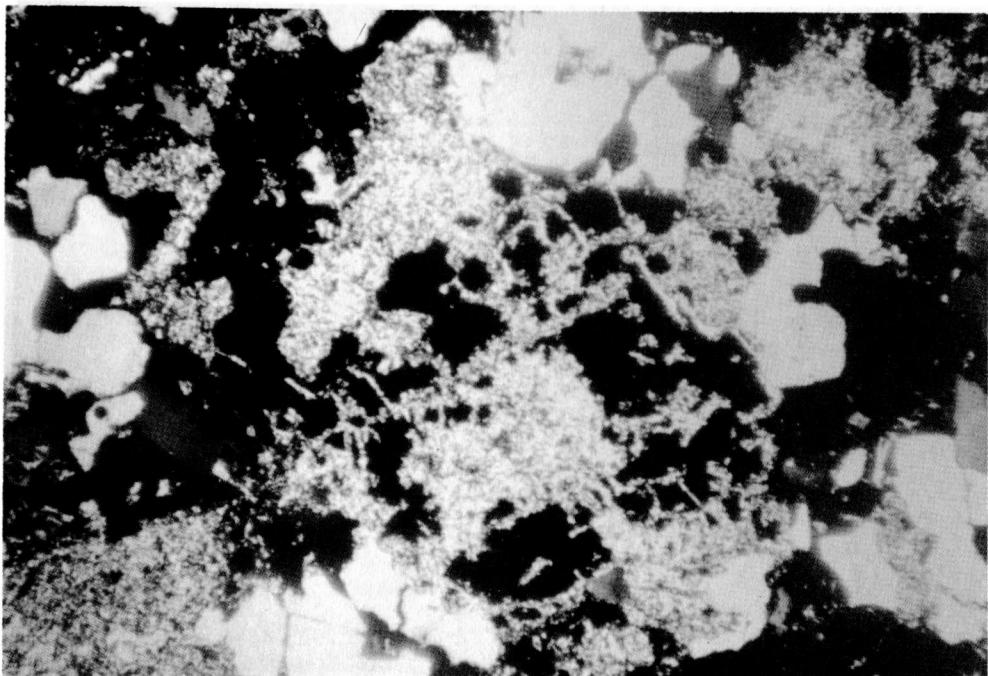
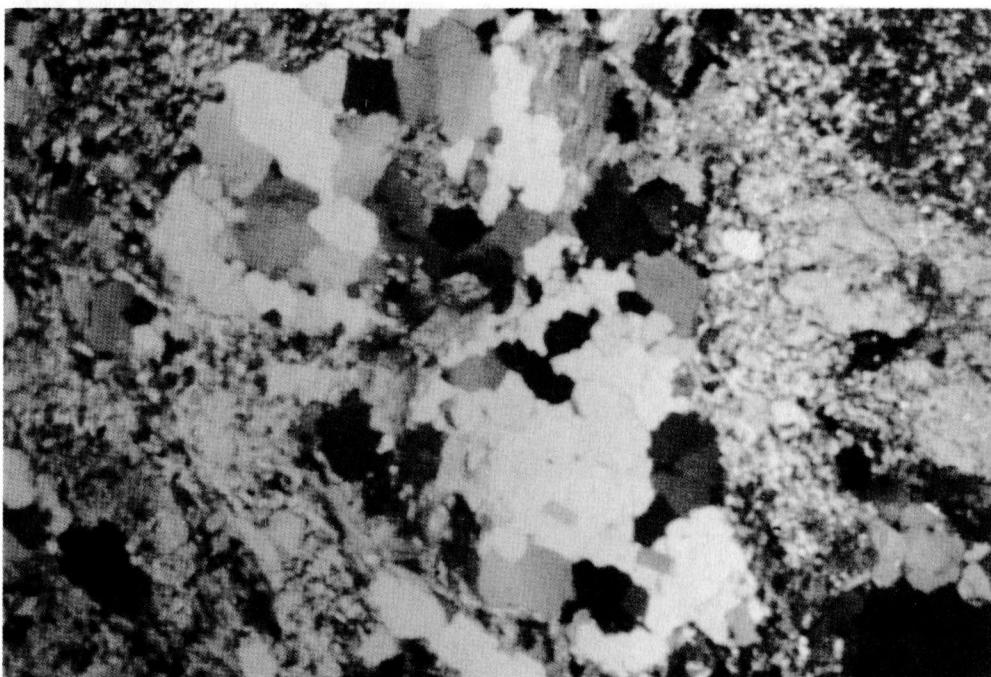


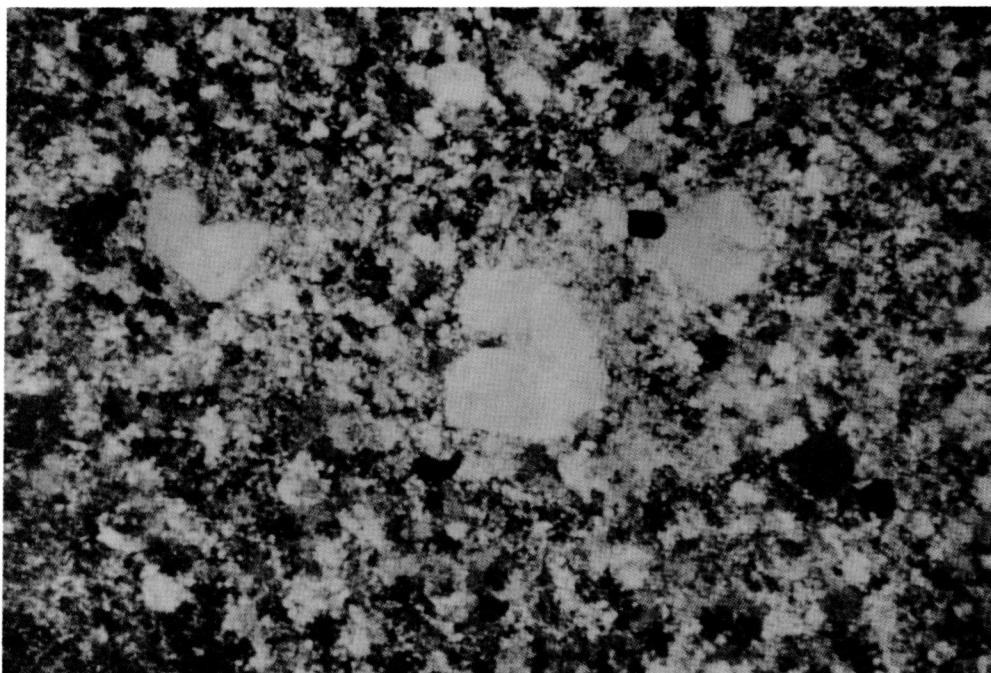
Fig. 12. Micrografía con nicoles cruzados. Metaarenisca arcillosa con vacíos.



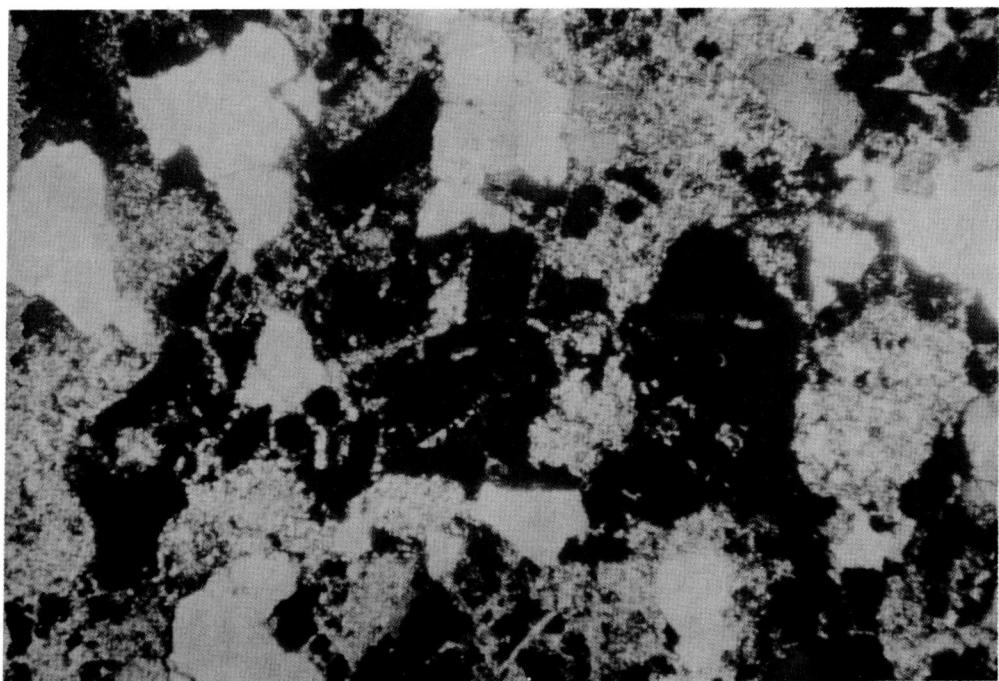
**Fig. 13. Micrografía con nícoles cruzados. Metaarenisca arcillosa con cuarzos corroidos y abundantes cavidades geométricas que le dan aspecto reticulado.**



**Fig. 14. Micrografía con nícoles cruzados. Metaconglomerado. Al centro pueden verse dos clastos policristalinos.**



**Fig. 15. Micrografía con nícoles cruzados. Metaarenisca con cuarzos corroidos. Hay algunos granos mayores de origen volcánico.**



**Fig. 16. Micrografía con nícoles cruzados. Metaarenisca arcillosa con granos angulares y numerosos vacíos geométricos.**

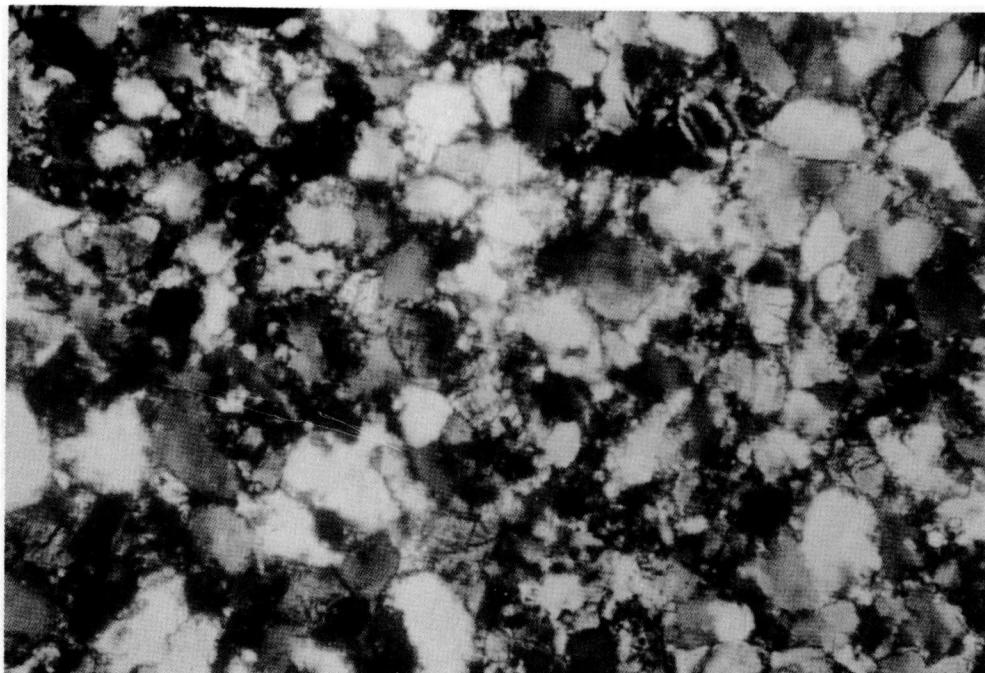


Fig. 17. Micrografía con nicoles cruzados. Metaarenisca en proceso de migmatización; se pueden ver cristales de microclina.

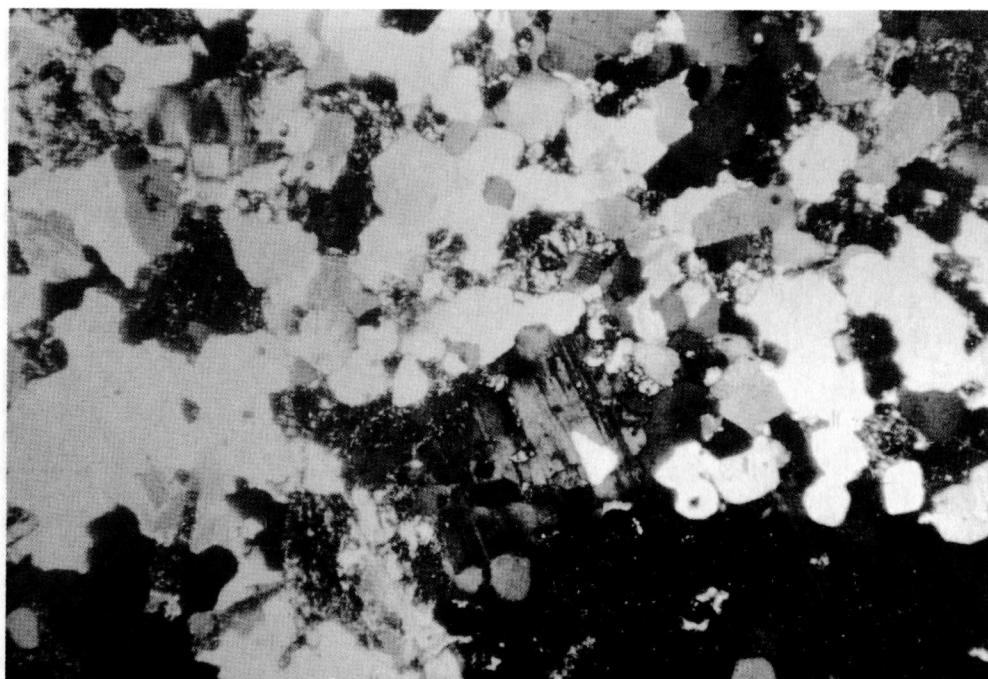


Fig. 18. Micrografía de metaarenisca parcialmente migmatizada; abajo y a la derecha se observa un gran cristal de microclina rodeando los granos de cuarzo.

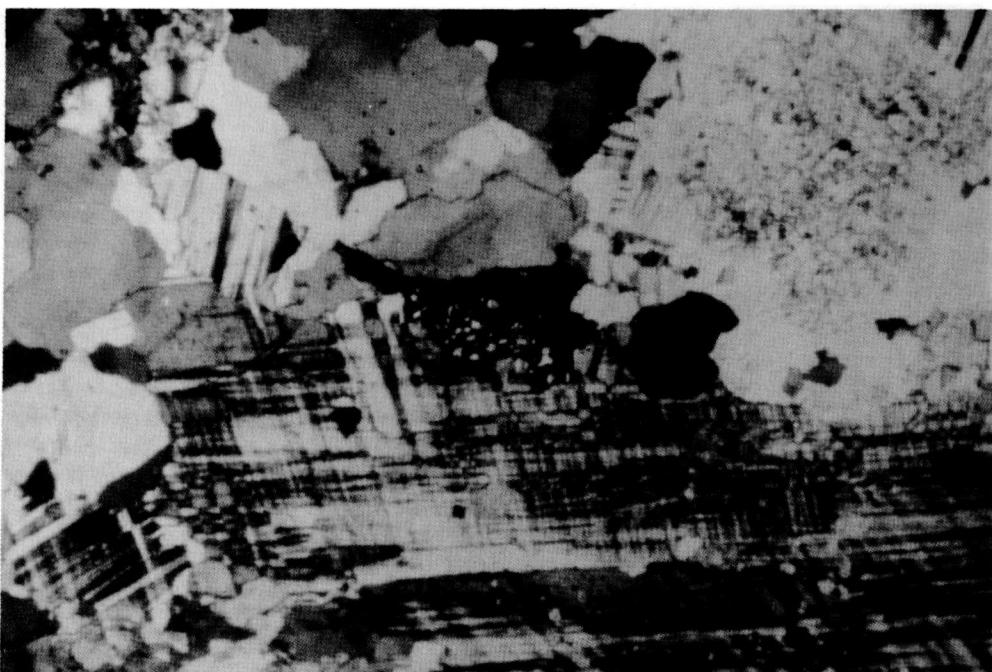


Fig. 19. Micrografía con nícoles cruzados. Metaconglomerado en proceso de migmatización. Arriba a la izquierda se observan dos clastos policristalinos en proceso de reemplazamiento por el gran cristal de microclina abajo.

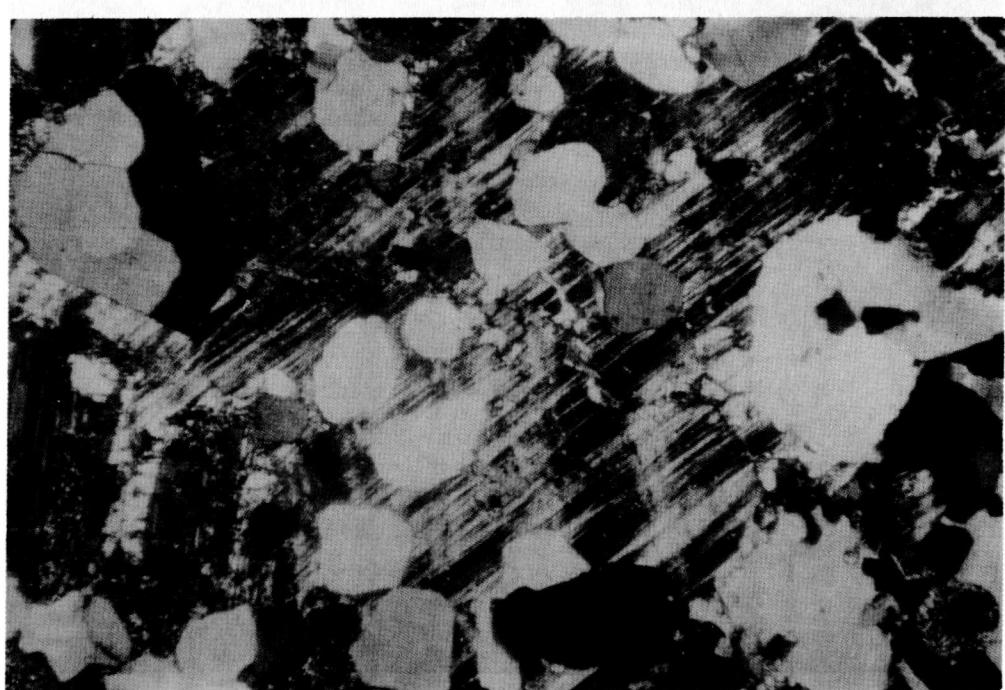
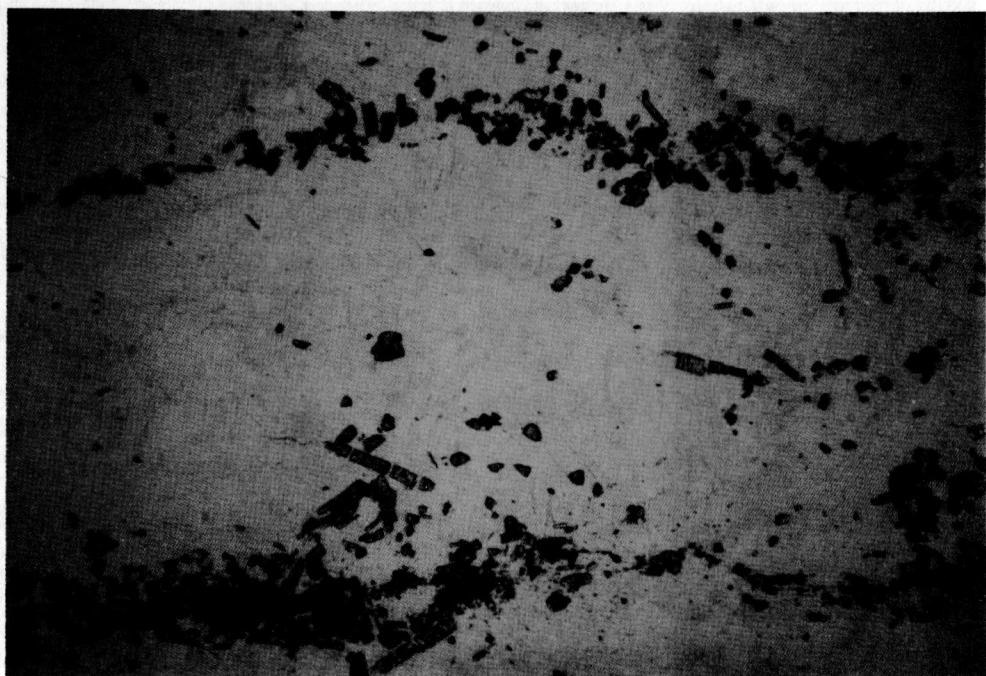
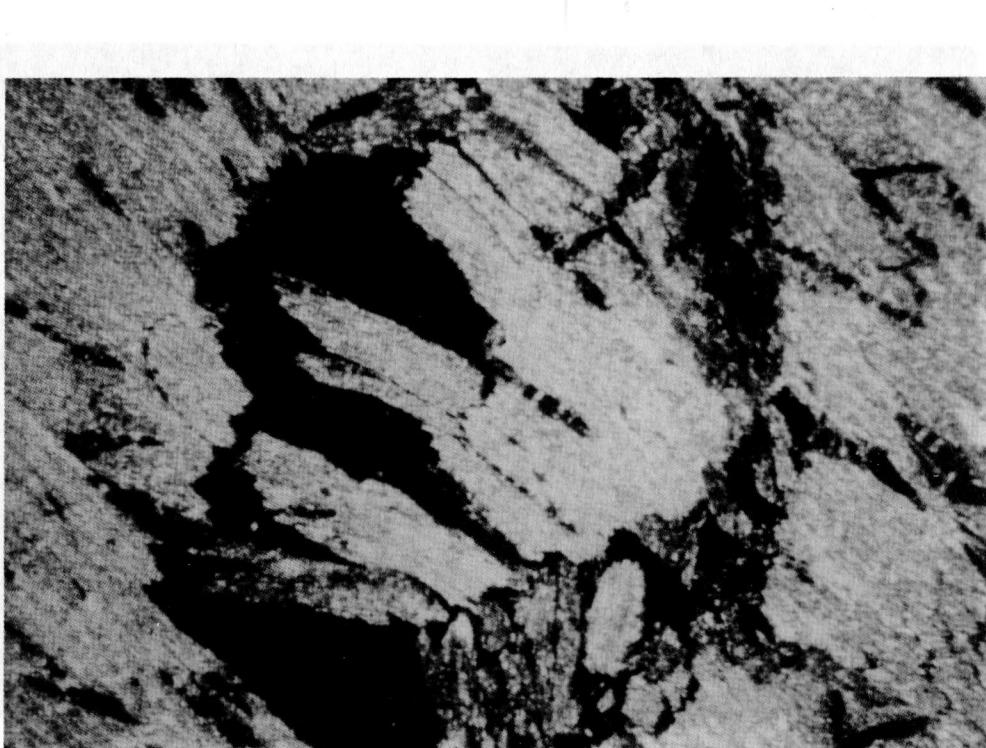


Fig. 20. Micrografía con nícoles cruzados. Granitoide producto de migmatización de metaarenisca. Se observa un gran cristal de microclina con "islas" de cuarzo.



**Fig. 21. Micrografía con nicoles paralelos. Se observa desarrollo de turmalina en capítas paralelas a la estratificación.**



**Fig. 22. Micrografía con nicos cruzados. Pizarra con vacíos por disolución.**

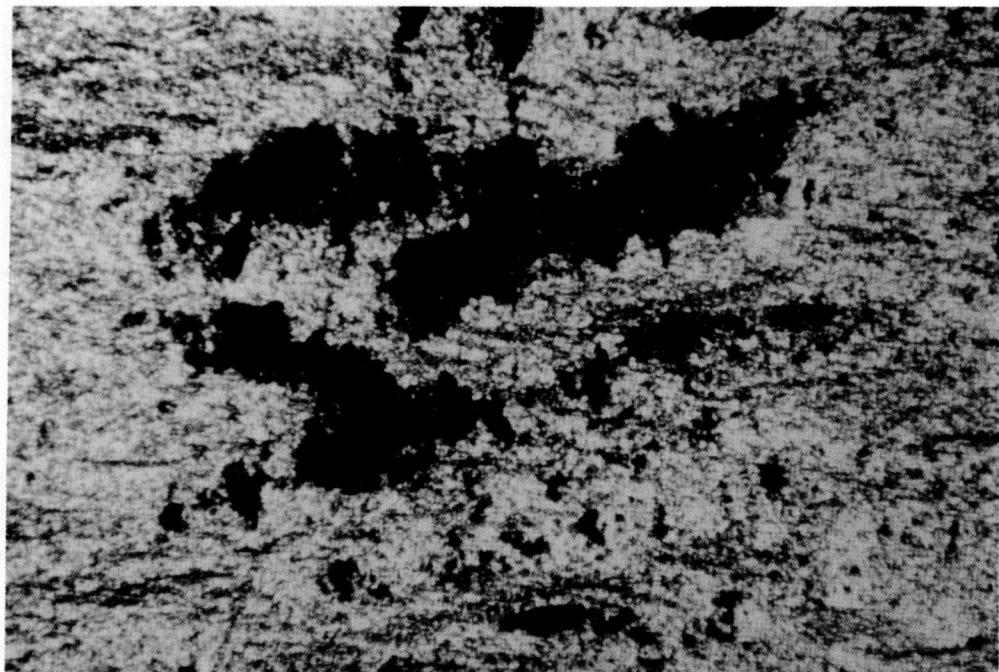


Fig. 23. Micrografía con nicoles cruzados. Pizarra con vacíos por disolución.

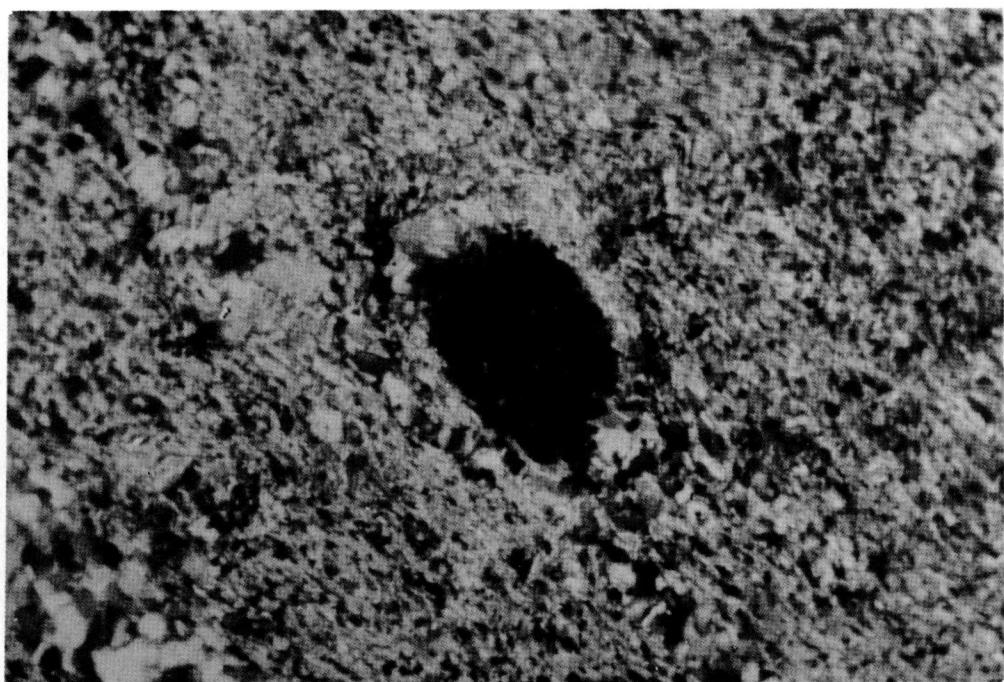
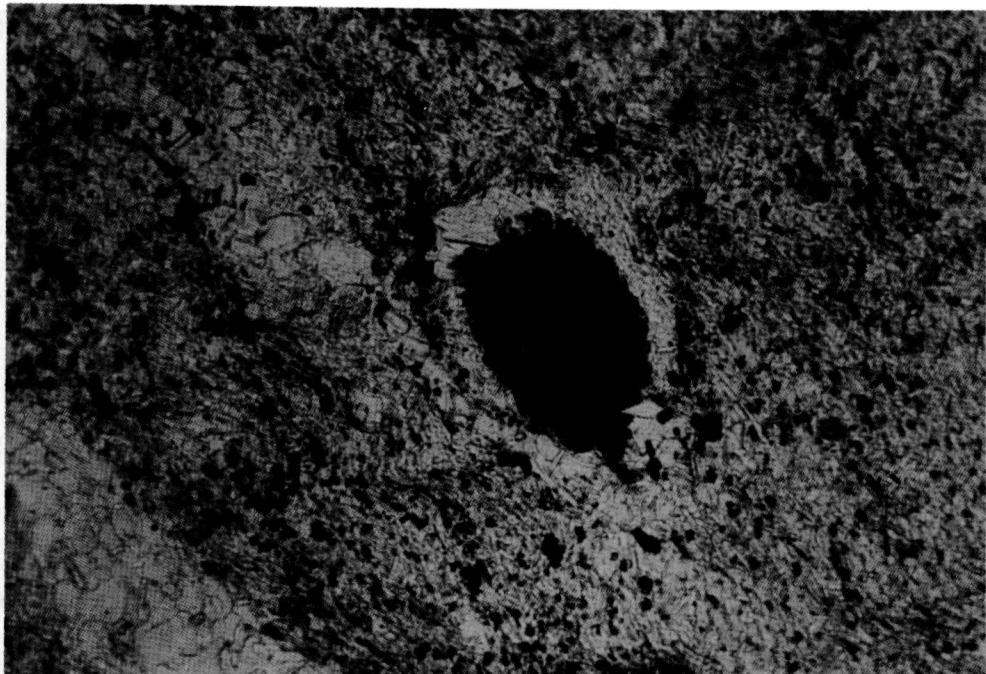


Fig. 24. Micrografía con nicoles cruzados. Pizarra con mancha en grafito de un posible microorganismo.



**Fig. 25. Micrografía con nicos paralelos. Huella en grafito de posible microorganismo ¿Myxococcoides?**



**Fig. 26. Micrografía con nicos cruzados. Granitoide producto de migmatización de metaarenisca.**



Fig. 27. Fotografía de imagen de radar. Pliegue domico en Raudal Alto, con cima en forma de cráter, por colapso.



Fig. 28. Fotografía aérea. Estructura de colapso en forma de Pehuá. Escala aproximada 1:50.000.