

15. YUCHKIN, N. P.: Topomineralogía (Mineralogía regional).  
Ed. Nedra, Moscú, 1982.

16. YUCHKIN, N. P.: "Investigaciones topomineralógicas de  
A. E. Fersman y creación de los principios de la  
topomineralogía científica" en Revista Mineralógica  
no. 5, 1983.

CDU: 552.4:551.242.03 (729.16)

## ALGUNAS PARTICULARIDADES DEL METASOMATISMO Y DEL METAMORFISMO DE CONTACTO EN LAS ROCAS DEL MACIZO DAIQUIRI

### RESUMEN

En el trabajo se da una breve descripción de las particularidades geológicas del macizo Daiquirí; seguidamente se caracteriza el complejo de las rocas de los diques existentes en el mismo; luego son descritos los fenómenos del metasomatismo y metamorfismo siendo analizadas las posibilidades de localización de elementos raros en las rocas alteradas; por último se describen las particularidades petrográficas de los xenolitos presentes en las rocas intrusivas.

Este trabajo ha sido confeccionado sobre la base de los materiales de campo obtenidos por los autores durante el levantamiento geológico 1: 50 000 de esta área.

REVISTA MINERIA Y GEOLOGIA, 3-84

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАСОМАТИЗМА И МЕТАМОРФИЗМА В ПОРОДАХ МАССИВА ДАЙКИРИ

### Резюме

В начале работы дается краткое описание геологических особенностей массива Дайкири, затем характеризуется комплекс даек развитых в нем и описываются явления метаморфизма и метасоматоза, анализируется возможность нахождения редких элементов в измененных породах. Наконец, описываются петрографические особенности ксенолитов, присутствующих в интрузивных породах.

Эта работа была выполнена на базе полевых материалов, полученных авторами в результате геологической съемки м-ба I : 50 000 этой площади.

### SOME PECULIARITIES OF THE CONTACT METASOMATISM AND METAMORPHISM IN THE DAIQUIRI MASSIF

#### ABSTRACT

This article briefly describes the geological peculiarities of the Daiquiri massif. It also characterizes the complex of dike rocks present in the massif. Afterwards, the metamorphism and metasomatism phenomena are described, analyzing the possibilities of locating rare elements in altered rocks. Finally, it points out the petrographic peculiarities of the xenoliths present in intrusive rocks.

This work has been done, based on the field materials obtained by the authors during the geological survey 1: 50 000 of this area.

## ALGUNAS PARTICULARIDADES DEL METASOMATISMO Y DEL METAMORFISMO DE CONTACTO EN LAS ROCAS DEL MACIZO DAIQUIRI

Mirna Pérez Pérez, Licenciada en Geología, Asesora de la Dirección Docente Metodológica de la Universidad de la Habana

Estela Rodríguez Domínguez, Ingeniera geóloga de la Empresa Geológica de Santiago de Cuba

José Rodríguez Pérez, Candidato a Doctor en Ciencias Geólogo-Mineralógicas, Profesor del Departamento de Geofísica de la Facultad de Geología y Geofísica del ISMMMOA

Omelio Castillo Olivares, Ingeniero geólogo, Cuadro de la UJC Nacional

Los granitoides del macizo Daiquirí ubicados al este de la ciudad de Santiago de Cuba ocupan un área de casi 100 km<sup>2</sup>, formando parte del cinturón de rocas intrusivas de composición media del sur de la Sierra Maestra. Estas rocas fueron inyectadas durante el Eoceno Medio a través de zonas de fracturas con dirección latitudinal, cortando al espesor vulcanógeno-sedimentario de la Fm. El Cobre. Con este cinturón están relacionados paragenéticamente los yacimientos de menas calcopiríticas, polimetálicas y auro-argentíferas de esta región. Además, en el exocontacto de los macizos existen yacimientos de hierro magnético tipo skarn [1].

En particular, el estudio de las rocas del macizo Daiquirí reviste importancia no sólo teórica sino también económica, ya que sobre ellas se han desarrollado importantes

yacimientos de arenas residuales. Existen proyectos de la utilización de estas como piedras ornamentales y como áridos para la construcción; en el exocontacto de estas rocas se han formado yacimientos de hierro magnetítico. Las zonas de alteración hidrotermal del macizo son perspectivas para la localización de elementos raros y radioactivos; en las proximidades del macizo existen posibilidades de encontrar yacimientos sulfurados.

En las últimas décadas estos granitoides han sido estudiados por diversos autores, nacionales y extranjeros.

Durante la pasada década la Facultad de Geología y Geofísica del ISMMMOA realizó diversos estudios sobre este macizo [1, 5, 6, 7, 8], habiéndose acopiado una buena cantidad de información sobre los tipos, particularidades petrofísicas, químicas y mineralógicas de las litologías de esta región.

Las rocas presentes en el macizo Daiquirí son: dioritas, granodioritas, plagiogranitos y granitos. Las mismas están atravesadas por un sistema de diques de diferente composición, y han sido sometidas a distintos procesos de alteraciones metamórficas y metasomáticas. Precisamente a la descripción de los diques y los procesos citados está dedicado el presente trabajo, el cual trata de generalizar las observaciones de los autores al respecto.

#### CARACTERÍSTICAS DEL COMPLEJO DE DIQUES

Los diques presentes en el área pueden ser de aplitas, cuarzo, pegmatitas, diabasas y lamprófidos. Los mismos no presentan una orientación definida; no obstante su emplazamiento coincide especialmente con zonas de fallaamiento y agrietamiento del macizo y con las zonas de alteración hidrotermal. Las dimensiones de los diques varían

desde algunos centímetros hasta varios metros de ancho por cientos de metros de largo.

Los diques de cuarzo, aplitas y pegmatitas, aparentemente están ligados a un primer ciclo intrusivo, y los más básicos y oscuros, representados por lamprófidos y diabasas, a un segundo ciclo intrusivo, pues a pesar de existir una cierta asociación espacial de los diques de lamprófidos con los de aplita no parece haber relación comagmática directa entre el granito y los lamprófidos asociados. Por el contrario, se cree que los magmas lamprófidos han ascendido desde una fuente independiente a lo largo de fracturas, formadas en respuesta al emplazamiento de las masas graníticas.

Los diques más frecuentes en el área son los de aplitas representados por rocas de color claro, de grano fino y equigranulares. Se presentan con su estructura característica sacaroidea, aunque en ocasiones están bastante alterados y meteorizados. Por su composición química y mineralógica son rocas parecidas al granito pues sus constituyentes son: el cuarzo, los feldespatos y micas, asociados a los cuales hay también minerales accesorios como en las rocas graníticas, por ejemplo: apatito, esfena, zircón, ortita, etcétera. También puede apreciarse la presencia de esfenas asociadas generalmente a la mena metálica representada por la magnetita. En estas rocas se pudo observar que las mismas han sufrido procesos metasomáticos de mirmekitización, entrecrecimientos de cuarzo con feldespatos de formas vermiculares (Figura 1), así como la aparición de pertita.

La mayoría de los diques de aplitas tienen solamente unos cuantos centímetros o decímetros de ancho, y en ocasiones están bastante alterados y meteorizados. Los contactos de

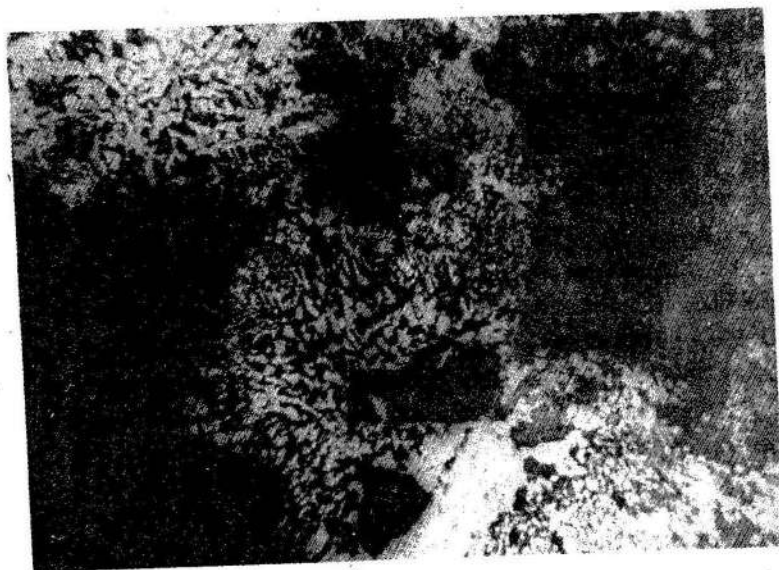


Fig. 1. Aplita en la cual se observa la estructura de entrecrecimiento, típica para las rocas que han sufrido procesos de mirmekitización.

estos diques con las rocas circundantes son comúnmente bien marcados, diferenciándose de estos por su color más claro, su granulometría más fina, su estructura y su forma de meteorizarse (Figura 2).

Los diques de pegmatitas son rocas de grano grueso de color claro, miden sólo algunos centímetros o decímetros de ancho. El contacto de estos con la roca que intruyen está bien delimitado. La estructura que presenta es la pegmatítica (Figura 3). La roca está formada por cuarzo y feldespato principalmente. Como minerales accesorios se encuentran la casiterita, ortita y apatito (Figura 4). La mena representa menos del 1 % de la roca y es magnetita.

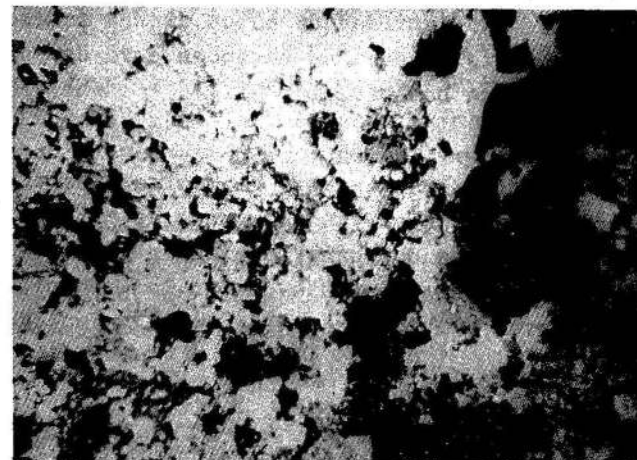


Fig. 2. Aplita en contacto con granodiorita, observándose una transición gradual de la granulometría en la zona de contacto.

Es frecuente encontrar en la zona de diques de cuarzo; estos están íntimamente ligados a las zonas de silicificación y caolinización. Los mismos están formados por rocas leucocráticas, formadas en su totalidad por cuarzo, bien cristalizado, con una estructura granoblástica fina. Son rocas compuestas principalmente por cuarzo recristalizado. En ellos pueden apreciarse procesos metasomáticos de cuarcificación en forma de pequeños agregados de cuarzo calcedonia sustituyendo a los feldespatos, que quedan como relictos de la roca primaria. También se pueden encontrar grandes cristales de cuarzo de forma irregular, que presentan sus bordes corroídos. La mena presente es la magnetita y la hematita; esta última aparece rellenando grietas. Como productos de alteración se encuentran la clorita y el óxido de hierro. Los diques a veces se encuentran fracturados y alterados, debido a la meteorización, o a los procesos de intemperismo.



Además de la gran cantidad de estos diques leucocráticos se observaron diques oscuros de rocas cuya composición presenta una alta basicidad.

El contacto entre los diques y el macizo generalmente está bien marcado, observándose zonas de alteración y en algunos casos zonas de cornificación en las rocas encajantes. También es frecuente que en las zonas de contactos se observen cambios graduales en la granulometría de las rocas.



Fig. 3. Pegmatita.

Los diques de diabasas no presentan gran desarrollo en la zona. Son rocas de color gris verdoso y textura masiva. La estructura general de la roca es porfídica, la de la matriz diabásica (Figura 5). Los fenocristales de plagioclasas constituyen el 60-70 % de la composición de las rocas; sus formas son idiomórficas; algunas se encuentran ligeramente zonadas. Su composición va desde andesina  $An_{49}$  a labrador  $An_{54}$ . En ocasiones se encuentran pelitizadas. El contenido de piroxeno varía en un 30-40 % y está representado por la augita.

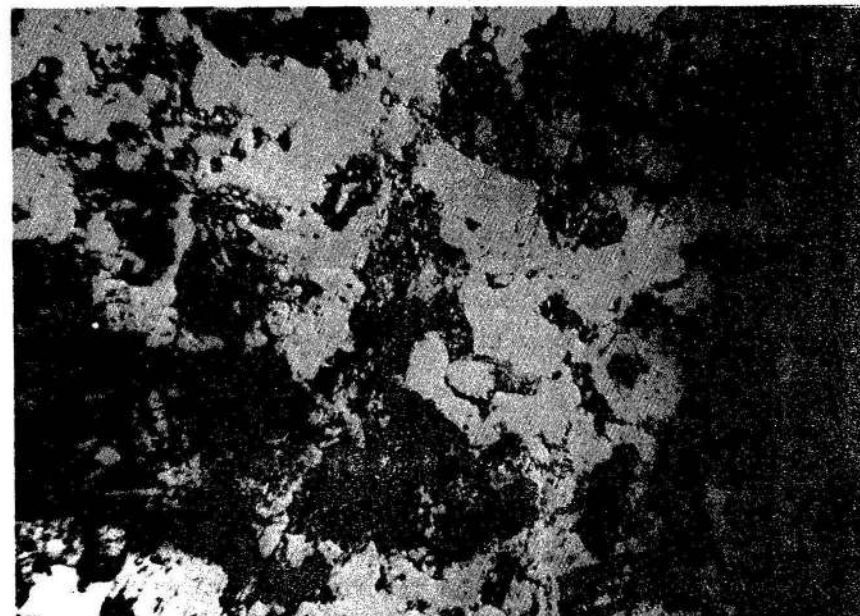


Fig. 4. Pegmatita, aparecen como minerales accesorios casiterita, en forma de finas venillas rellenas de cuarzo; ortita, con formas oblongas e irregulares asociadas a minerales del grupo de la epidota y el apatito con su forma prismática idiomórfica característica.

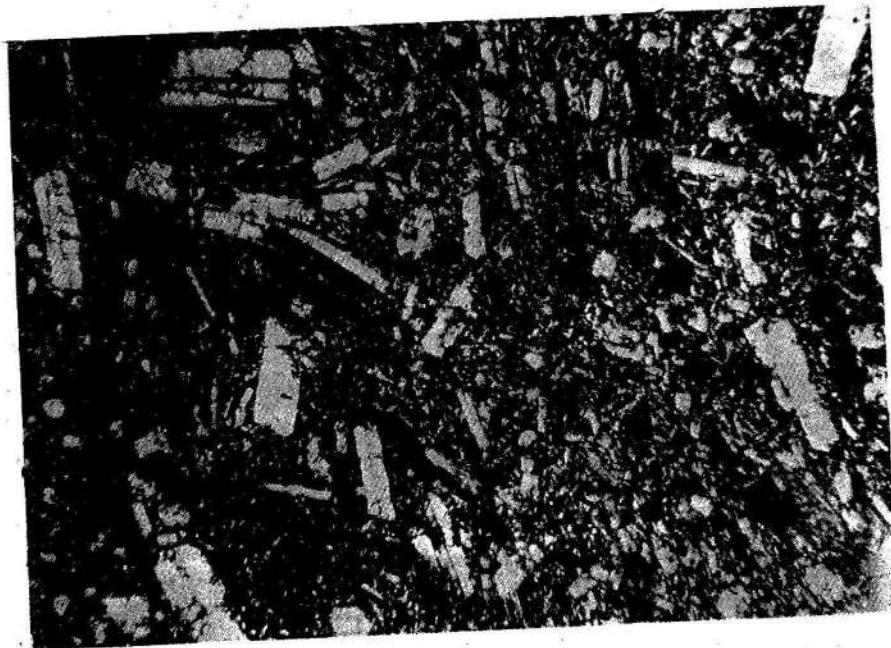


Fig. 5. Diabasa.

En las zonas de los contactos también pueden observarse variaciones en la estructura de la roca (Figura 6). En el contacto se observa una franja de material cataclastizado. En la zona de contacto los microlitos de plagioclasas están orientados paralelamente a los contactos y dan lugar a una estructura fluidal; a medida que se acerca al centro del dique la estructura se transforma gradualmente en diabásica.



Fig. 6. Contacto entre dique de diabasa y granitoide. Se observa una zona cataclastizada en el contacto entre la roca encajante y el dique de diabasa; en este último puede verse la estructura fluidal con los microlitos de plagioclasas orientados paralelamente a los bordes del dique intrusivo.

Los contactos entre los diques y el macizo de granitoides se pueden observar claramente en el campo, ya sea por un cambio en la coloración de las rocas, en la estructura de las mismas, o en el tamaño de los granos; además, estos no se meteorizan de igual forma que el granitoide.

Los lamprófidos se presentan en forma de diques de poco espesor; ellos forman parte de la red de diques asociados a la intrusión del macizo Daiquirí.

Estas rocas asociadas a los granitoides pertenecen al grupo de los lamprófidos denominados *espassartitas*. Son rocas melanocráticas en las cuales los minerales oscuros van a formar en ocasiones más de la tercera parte de la composición de la roca. La estructura general es porfídica, y la de la matriz lamprofídica.

En la composición de la roca, el máfico típico es el anfíbol hornblenda variando entre un 15 y un 45 %. Megascópicamente es posible reconocer este mineral en la roca.

En los lamprófidos, la hornblenda presenta bordes de opacitización, siendo esto producto de que el máfico rico en hierro lo segrega hacia los bordes del mineral (Figura 7).

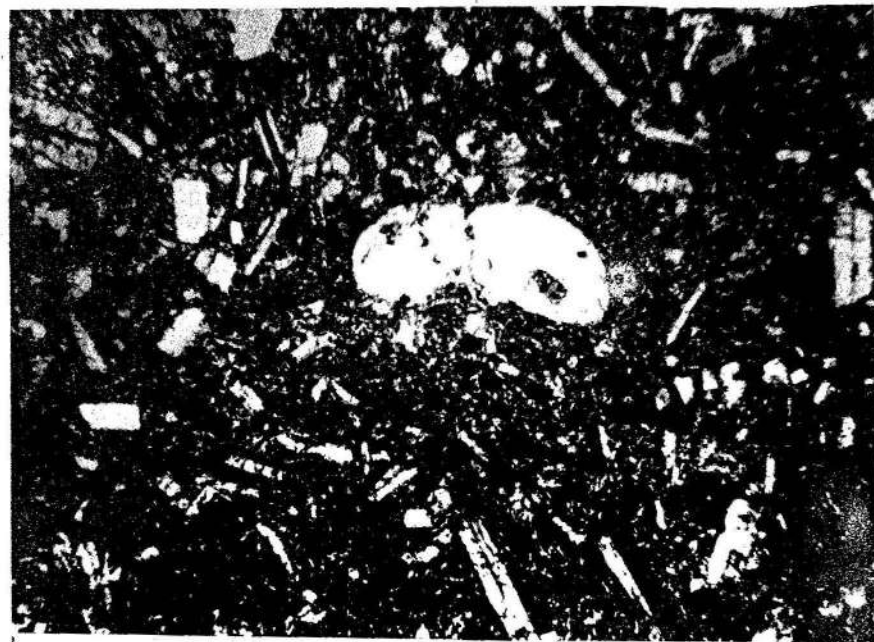


Fig. 7. Lamprófido *espassartita*; obsérvese el fenocristal de máfico representado por anfíbol hornblenda.

La presencia de cuarzo metasomático en la roca puede alcanzar valores desde 5-25 % presentándose siempre como granos xenomórficos con sus bordes corroídos (Figura 8). Como minerales secundarios se encuentran la epidota, distintos carbonatos y zeolitas, siendo frecuente la esfena y el leucoxeno. La matriz está formada por microlitos de plagioclasas, en ocasiones vidrio volcánico. Se observan procesos de cloritización y epidotización; también se encuentran cristalitas de cuarzo. La mena metálica forma el 10 % de la roca y es frecuente encontrarla en forma primaria y secundaria estando representada por magnetita e ilmenita.

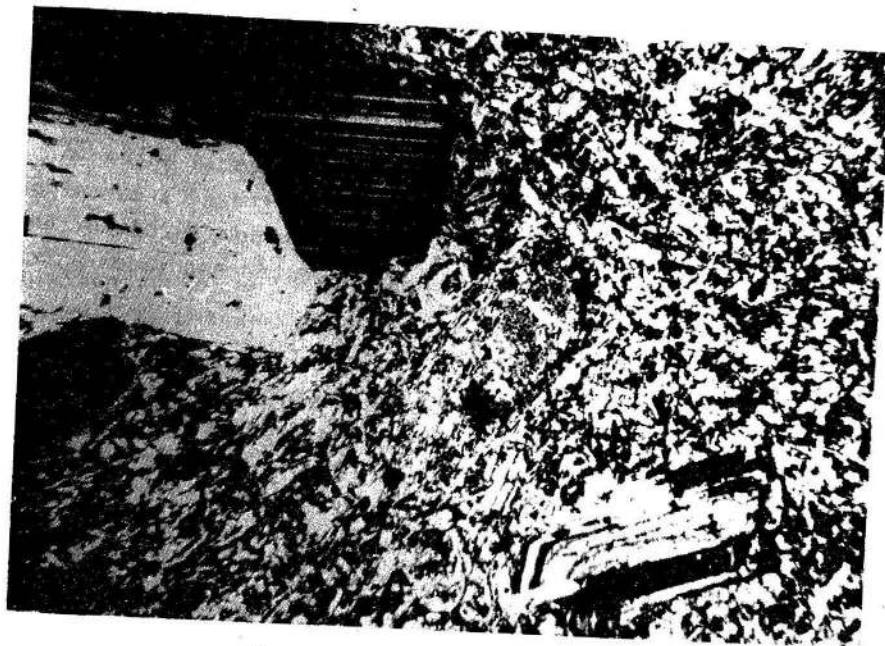


Fig. 8. Lamprófido *espassartita*.



## METAMORFISMO Y METASOMATISMO

En el área estudiada se presenta la facies de metamorfismo de contacto de media y baja temperatura, la cual se manifiesta de manera local y se debe a procesos pos-magmáticos. En la zona son frecuentes las corneanas con cuarzo y epidota.

Los procesos del metamorfismo de contacto afectan tanto a la roca del endocontacto como a las del exocontacto.

En el exocontacto se observa la cornificación de las rocas encajantes, lo que da lugar a la formación de corneanas. En estas rocas, microscópicamente, pueden observarse epidotas en forma de manchas o intercaladas entre los granos de cuarzo. La textura es masiva y la estructura es córnea. La cantidad de cuarzo varía entre un 10-30 %; este se encuentra entre los agregados de epidota (Figura 9). La epidota predomina ocupando alrededor del 70-90 % de las rocas. Estas rocas están asociadas a las zonas de caolinización.

El dinamometamorfismo se manifiesta a través de la fragmentación de las rocas y la destrucción de los minerales. En el área estudiada se observa frecuentemente el fenómeno denominado cataclasis manifestándose el mismo por grietas y fracturas, cizallamientos, e incluso, por recristalización de minerales primarios (Figura 10). El mismo influye favorablemente en la formación del yacimiento de arenas pudiéndose observar en el campo que las zonas de cataclasis más intensas coinciden con las zonas de mayores espesores de arena.

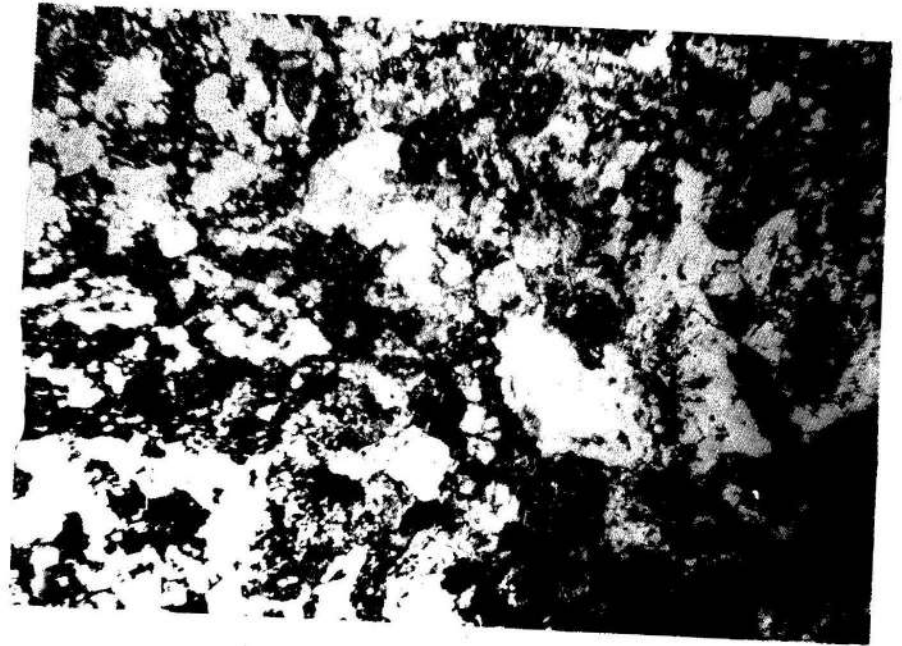


Fig. 9. Corneana con cuarzo y epidota.

En estas zonas las manifestaciones metasomáticas son evidentes. El metasomatismo a veces acompaña al metamorfismo de contacto. Los efectos del metasomatismo son, sobre todo, evidentes en las zonas donde predominan los granitos y granodioritas, aunque también pueden observarse sus efectos en las zonas que presentan más basicidad, como las dioritas.

Entre los procesos de alteración metasomática más generalizados en el área está la silicificación, cuarcificación o enriquecimiento de la roca con cuarzo; la caolinización; el metasomatismo alcalino, la anfibolitización, etcétera.



La silicificación o cuarcificación en las granodioritas es un proceso asociado casi siempre a la cataclasis. Esta se desarrolla fundamentalmente por grietas y fracturas en la roca encontrándose diversos grados o etapas de alteración en ellas, desde granodioritas débilmente silicificadas donde la cuarcificación es débil y sólo se encuentra cuarzo microcristalino rellenando finas grietecillas, hasta otras granodioritas en las que el proceso es mucho más intenso, llegando el contenido total de cuarzo a variar de 70-80 %. Por último, se encuentran cuarcitas secundarias desarrolladas en las granodioritas, con contenido de cuarzo hasta del 95 %, donde sólo se puede inferir la roca primaria por escasos relictos de la estructura y fundamentalmente por su ubicación geológica.

Estas partes silicificadas de las granodioritas son más resistentes al proceso de intemperismo que las granodioritas normales, y por eso han quedado dentro de la corteza intemperizada como bloques, relictos de cuarcitas muy duras.

También se presentan procesos de mirmekitización. Esto se debe a que las rocas presentes en el área poseen un por ciento mucho mayor de sílice que el que corresponde a esta roca.

La caolinización es otro proceso generalizado en el área. Asociadas a estas zonas se encuentran gran cantidad de diques de cuarcitas; estos al parecer quedaron como relictos debido a la alteración de los feldespatos procedentes de las aplitas al ser alterados a caolín.

El metasomatismo alcalino aparece localmente en el área, manifestándose en las rocas silicatadas de las últimas fases de la evolución de las rocas ígneas (zeolitización),

debido a concentraciones muy elevadas de álcalis. Las zeolitas están asociadas a las zonas de caolinización (Figura 11).

En las pegmatitas debido al intercambio metasomático de álcalis se forma la mirmekita y ocurre la biotización o sustitución de hornblendas por biotitas.

Diseminadas en el área se encuentran formaciones epidóticas en forma de manchas o agregados, cuyos tamaños oscilan de milímetros a metros; a veces se presentan estas zonas de epidotización formando aureolas alrededor de las manifestaciones metasomáticas. En la Figura 12 se observa una epidosita. Asociada a esta roca aparecen escasos y pequeños granos de ortita.

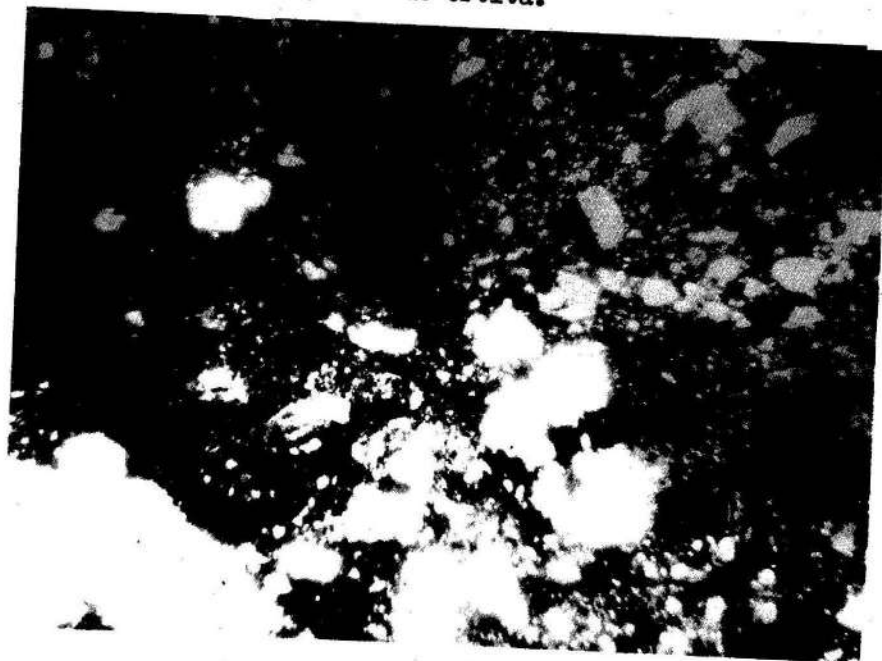


Fig. 10. Cuarcita cataclastizada a causa de los efectos del dinamometamorfismo.

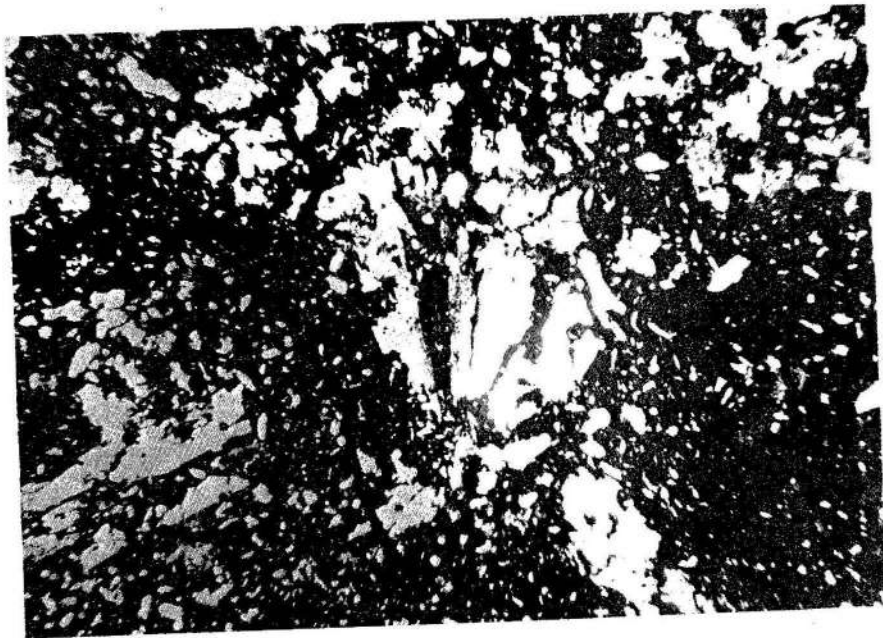


Fig. 11. Roca zeolitizada que ha sufrido procesos de cataclasis.

Entre los procesos metasomáticos hidrotermales que tuvieron lugar en el área se encuentra la cloritización la que se manifiesta mediante una sustitución hidrotermal de los minerales primarios como, por ejemplo, la mica biotita sustituida por pennina, y el vidrio volcánico sustituido por minerales del grupo de la clorita. A estos procesos de cloritización hay generalmente asociados cristales de magnetita y de apatita.

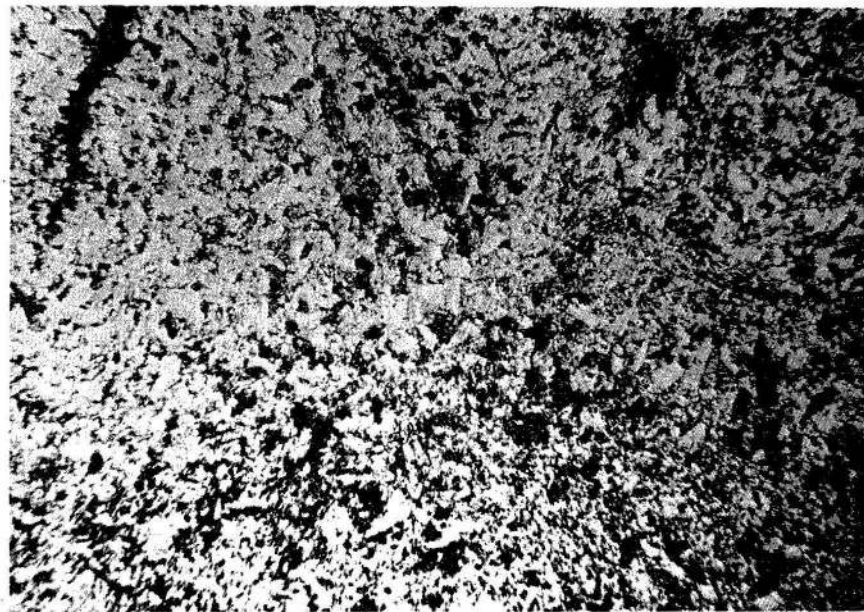


Fig. 12. Epidosita.

Caracterizando un proceso de autometasomatismo débil puede observarse la anfibolitización, que puede ser provocada por la introducción de magnesio, hierro y sílice de las granodioritas. En la Figura 13 se observa una apodiorita metasomática anfibolitizada, donde se ve el anfíbol actinolita-tremolita sustituyendo a los minerales de la roca primaria.

Entre los procesos hidrotermales de bajas temperaturas pueden observarse además la carbonatización, albitización de las plagioclasas, la que está generalmente acompañada

del desarrollo de clorita, calcita, epidota, anfíbol actinolita, formados todos a expensas del piroxeno. En este fenómeno la albita sustituye al feldespato de composición más cálcica, del cual pueden quedar restos incluidos dentro de los cristales de albita.

El metasomatismo de los silicatos de hierro y magnesio está representado en la zona por yacimientos de skarn de hierro. El principal mineral útil es la magnetita, asociada a la zona del contacto de la masa intrusiva granítica y a las rocas vulcanógeno-sedimentarias de la Fm. El Cobre.

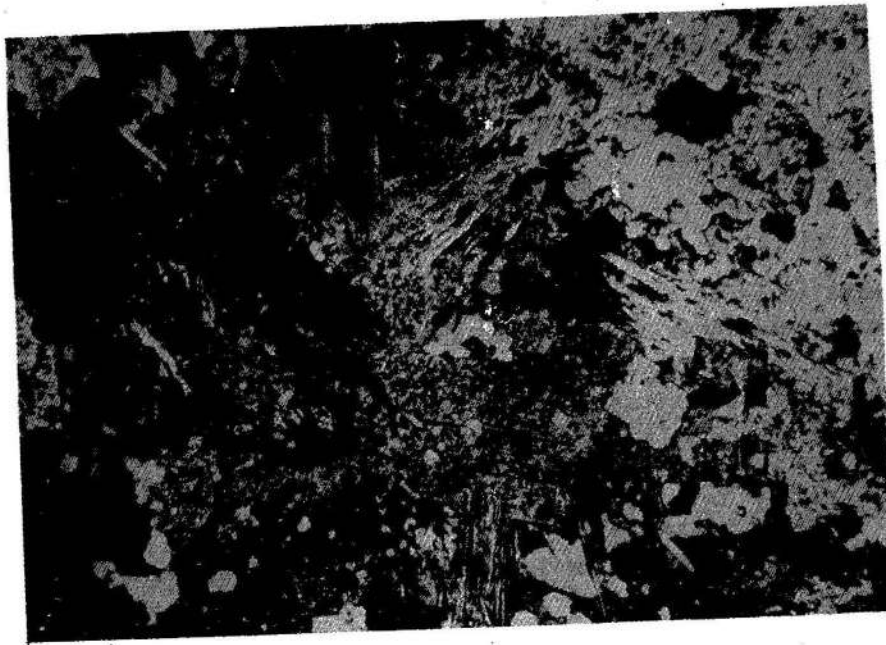


Fig. 13. Apodiorita metasomática anfibolitizada.

#### XENOLITOS INCLUIDOS EN LAS ROCAS DEL MACIZO

Otro fenómeno interesante en el área es la existencia de gran cantidad de xenolitos incluidos fundamentalmente en las dioritas y plagiogranitos.

Estos xenolitos tienen diferentes tamaños, desde unos milímetros hasta metros. Muchos de ellos se encuentran anfibolitizados, sobre todo en las rocas gabroides, los cuales están alcalinizados y con formación de acumulaciones glomeroporfíricas de granos de plagioclasas. En algunos se observan procesos de granitización.

La forma de los xenolitos es muy variada; cuando estos son irregulares hay ocasiones en que adquieren aspecto de segregación en las dioritas.

En algunos se observa una densa red de venillas dioríticas cuya potencia oscila desde 1 m hasta mm, que penetran en las rocas con los xenolitos como si fueran segregaciones, a menudo con transición gradual entre ellos. Los contactos de estos con las rocas pueden ser transicionales o bruscos con las rocas encajantes. En la Figura 14 puede verse un xenolito de microdiorita hornbléndica en contacto con una diorita cuarcífera. En esta zona de contacto puede observarse un cambio brusco en la granulometría y en la estructura de ambas rocas. La estructura de la diorita es hipidiomórfica-granular y la del xenolito microhipidiomórfica-granular, en parte microalotriomórfica. Además, pueden observarse algunos cristales grandes de feldespato pertenecientes a la diorita, incluidos en las microdioritas de las zonas aledañas al contacto. Estos contactos a veces son bruscos, otras veces graduales. Los xenolitos están presentes en todas las rocas del área. En nuestra área de estudio estaban representados por microdiorita hornbléndica y microdiorita cuarcífera.

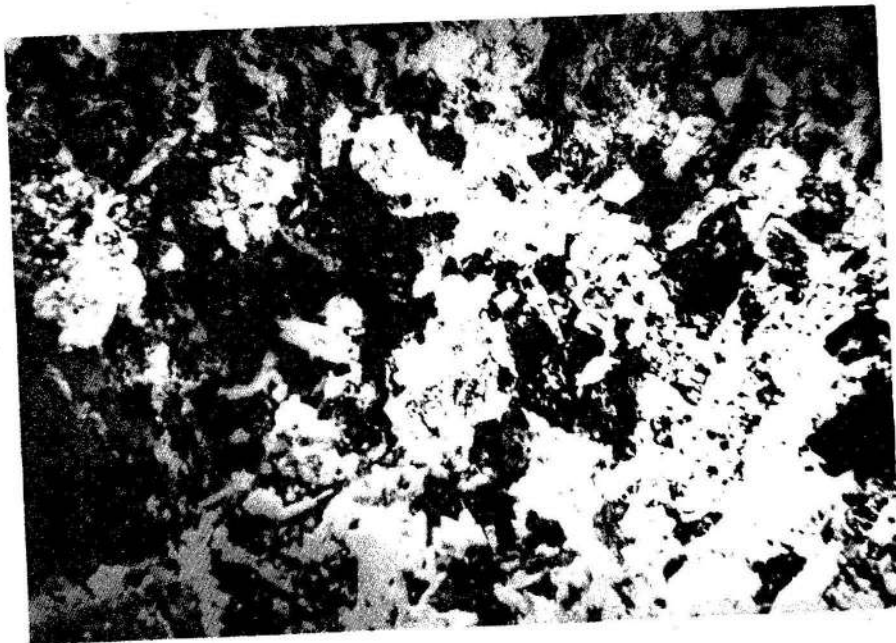


Fig. 14. Xenolito de microdiorita hornbléndica.

Las rocas del contacto entre las calizas encajantes y el macizo granitoide se presentan en forma de conglomerados con cemento calcáreo. Se observan procesos de interdigitación de la caliza en el granitoide.

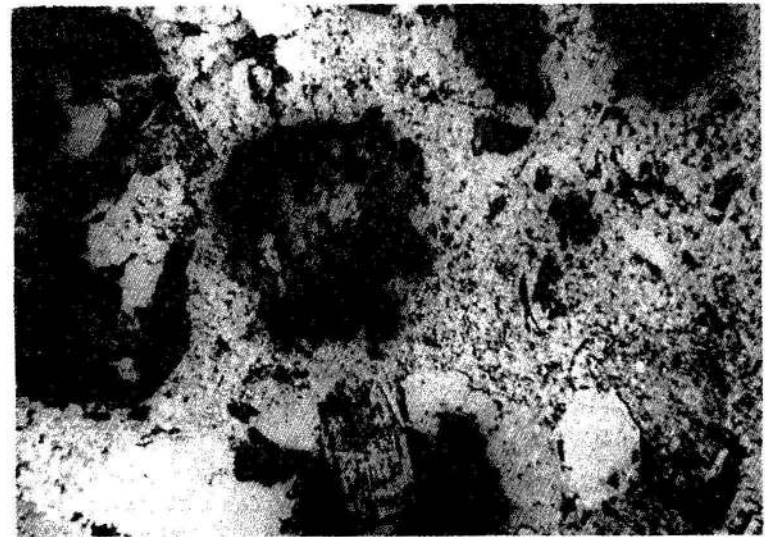


Fig. 15. Contacto entre el granitoide y la roca carbonatada. Se trata de un conglomerado con cemento calcáreo basal.

#### CONCLUSIONES

Para el macizo intrusivo Daiquirí es característica la presencia de un complejo de rocas intrusivas más jóvenes en forma de diques. Se pueden encontrar diques de aplitas, pegmatitas, microdioritas, diabasas y lamprófidos. Estos diques aparecen distribuidos en el área sin una dirección predominante.

Entre los diques y las rocas encajantes existen procesos de metamorfismo de contacto, en ocasiones acompañados por metasomatismo, observándose rocas tales como corneanas, cuarcitas, epidositas, etcétera. Los procesos de metamorfismo de contacto afectan tanto a las rocas del endocontacto como a las del exocontacto. En el exocontacto se observa la cornificación de las rocas encajantes.



El dinamometamorfismo se manifiesta en el área con la fragmentación de la roca y la destrucción de los minerales asociados a los procesos de silicificación. Este proceso es muy generalizado en las granodioritas.

Estas partes silicificadas de las granodioritas son más resistentes al proceso de intemperismo; por eso han quedado como bloques relictos dentro de la corteza intemperizada.

La cataclasis es un proceso bastante desarrollado en la granodiorita; se manifiesta por grietas y fracturas, cizallamiento y recristalización de los minerales primarios. Este proceso influye favorablemente en la formación del yacimiento de arenas, ya que se pudo observar que las zonas de cataclasis más intensas coinciden con las zonas de mayores espesores de arena.

Los efectos del metasomatismo son especialmente evidentes en las zonas donde predominan los granitos y granodioritas, aunque también pueden observarse sus efectos en las zonas de composición más básicas como las dioritas.

En el área estudiada se pueden observar manifestaciones de alteración hidrotermal como zonas de silicificación, epidotización, anfibolitización y caolinización.

En el cuerpo intrusivo principal se encuentran abundantes xenolitos en ocasiones recristalizados.

En el área las rocas alteradas por el proceso de metasomatismo y las alteradas hidrotermalmente presentan interés para la búsqueda en ellas de elementos raros.

#### REFERENCIAS

1. CASTILLO, O.: "Características petrofísicas de las rocas del macizo Daiquiri". Trabajo de Diploma. Fondo ISMMMoA, 1977.
2. BONDARETS, V. P. y L. G. GONBACHOV: "Informe sobre los trabajos geólogo-geofísicos de mineral de hierro realizados en la parte sur de la provincia de Oriente (yacimiento Santiago)". Fondo EGS, 1963.
3. JOLODNOV, L.: "Informe de los trabajos realizados en el yacimiento de hierro Santiago". Fondo EGS, 1971.
4. KISLIAKOVA, N.: "Evaluación petrográfica del macizo Daiquiri". Fondo EGS, 1972.
5. NAVARRETE, M.: "Las características petrofísicas del macizo Nima-Nima". Trabajo de Diploma. Fondo ISMMMoA, 1975.
6. PEREZ, M., J. RODRIGUEZ y O. CASTILLO: "Petrología de las rocas del macizo Daiquiri". Fondo ISMMMoA, 1977.

7. RODRIGUEZ, E.: "Particularidades del metamorfismo de contacto y los procesos de metasomatismo en el área comprendida entre los ríos Juragua y Daiquirí". Trabajo de Diploma. Fondo ISMMMOa, 1977.

8. RODRIGUEZ, J.: "Levantamiento 1: 10 000 del área del yacimiento de arenas residuales del este de Santiago de Cuba". Trabajo de Diploma. Fondo ISMMMOa, 1975.

CDU: 550.812.2 / 550.830 (729.11)

## ESTADO ACTUAL DE LAS INVESTIGACIONES GEOFISICAS PARA LA BUSQUEDA Y EXPLORACION DE MINERALES SOLIDOS EN LA PROVINCIA DE PINAR DEL RIO

### RESUMEN

En el presente trabajo se evalúa críticamente el nivel de las investigaciones geofísicas en la provincia de Pinar del Río, considerando aspectos vitales tales como, el estudio de las propiedades físicas de las rocas y menas, el modelaje físico-geológico y en maquetas, la estructuración y organización de las investigaciones geofísicas, así como el complejo de métodos utilizados para la búsqueda y exploración de los yacimientos de minerales sólidos. Finalmente se recomiendan algunas líneas de trabajo inmediatas que deberán garantizar la calidad de las investigaciones geofísicas.

REVISTA MINERIA Y GEOLOGIA, 3-84