

# SECCION TECNICA

## CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA PETROGRAFIA DEL BATHOLITO ANTIOQUEÑO

Especial para "MINERIA"

Por GERARDO BOTERO A.

Trabajo presentado al primer Congreso Panamericano de Ingenieros de Minas y Geología, Santiago de Chile, enero de 1942, por Gerardo Botero A., profesor de Geología, Facultad Nacional de Minas, Medellín, Colombia.

IV.—Análisis normales de la misma. V.—Conclusiones generales.

### AGRADECIMIENTOS

Los presenta el autor a las siguientes personas: Doctor Antonio Durán, Profesor de Química en la Facultad Nacional de Minas de Medellín, bajo cuya dirección se hicieron los análisis químicos de las rocas y las microfotografías que se presentan.

Ingeniero Hernán Garcés, Jefe de la Planta Metalúrgica Nacional y al personal de la misma, por el suministro de muestras, datos y el dibujo que acompaña a este trabajo. Por diversos servicios a don Marco A. Durán y a don Eusebio Gómez, empleados de la Facultad Nacional de Minas.

### RESUMEN

Se trata de definir el tipo de roca de un intrusivo localizado en la parte noroeste de Colombia. De acuerdo con los resultados obtenidos, la roca principal es una tonalita con su cortejo de diferenciaciones normal.

El presente estudio comprende los siguientes capítulos: I.—Introducción. II.—Descripción de la roca y minerales componentes de la misma. III.—Análisis modales de la roca del Batholito.

### I — INTRODUCCION

En otra ocasión (1) había expuesto las generalidades de la geología del batholito antioqueño y la bibliografía muy limitada que a él se refiere.

Está localizado este cuerpo de roca ígnea entre los 0° y 1.5° longitud oeste de Bogotá y 5.5° y 8° latitud norte, ocupando la vertiente occidental y la terminación norte de la Cordillera Central Andina colombiana. Puede decirse que toda esta región de los departamentos de Antioquia, Caldas y Bolívar ha sido afectada por la intrusión de este gran cuerpo de roca ígnea, cuya extensión de acuerdo con los contactos determinados hasta hoy es de 8.100 km<sup>2</sup>.

El estudio del batholito antioqueño no es únicamente de especulación científica; puede observarse en el plano levantado por la Planta Metalúrgica Nacional, que las minas de oro y plata que acompañan esta intrusión se encuentran agrupadas en sus contactos y si la importancia de esas minas se hiciera resaltar, sería aún más no-

(1) El Ordoviciano en Antioquia. Revista "DYNA", julio y agosto de 1940. Medellín.

table esa localización. Son bien conocidas las razones geológicas de la agrupación de esas minas en los contactos.

**Objeto de este trabajo.**—El objeto de este trabajo es determinar en una primera aproximación el tipo de roca dominante en el batholito antioqueño.

Si se ve en el plano adjunto la localización de las muestras estudiadas, se notará que hay extensiones considerables que no tienen representación adecuada; ello se debe a lo difícil de su acceso por carencia de vías de comunicación y a la profundidad de la descomposición de la roca que en muchos puntos donde no hay obras artificiales, hace imposible un muestreo adecuado.

Sin embargo, dada la uniformidad de los resultados obtenidos en las muestras analizadas en este trabajo y algunas otras (2) hechas en diversas circunstancias, las conclusiones que pueden deducirse variarán poco en el futuro.

En el cálculo de los análisis normales, se ha seguido el sistema C. I. P. W. por ser, quizá, el más aceptado actualmente. Los análisis modales se han hecho como análisis de Rosiwal, mediante micrómetros de Leitz.

## II — DESCRIPCION DE LA ROCA Y MINERALES COMPONENTES DE LA MISMA

Las muestras estudiadas pertenecen en su mayoría a las colecciones de la Facultad Nacional de Minas de Medellín y las que en su numeración están acompañadas por las letras P. M. pertenecen a la colección de la Planta Metalúrgica Nacional de Medellín.

### Aspecto megascópico de la roca

Macroscópicamente la roca tiene el aspecto típico de las rocas graníticas. Es maciza y sobre el fondo blanco de los feldespatos y cuarzo está punteada de oscuro por los mafic. Cuando el grano es muy fino, la roca toma un color gris más o menos oscuro, según la finura del mismo grano.

Megascópicamente se distinguen los siguientes minerales: Plagioclasas, Cuarzo, Hornblenda, Biotita y algunas veces impregnaciones de Pirita.

En las cercanías de los contactos se encuentran con frecuencia gabarros y no es raro ver las hornblendas orientadas llevando a la roca un tipo gneissico.

(2) Comunicación particular del geólogo Dr. Roberto Sarmiento.

### Textura

La textura es generalmente granular media a gruesa. En las cercanías de los contactos el grano es más fino y en ocasiones la textura es porfirítica. La figura N° 1 muestra una textura típica granular.

Tampoco es raro encontrar texturas monzoníticas, pero en general puede decirse que la textura típica es granular media.

### Orden de cristalización

El orden de cristalización es generalmente el llamado normal, es decir: accesorios (apatita, zircón, etc.), hornblenda, biotita, plagioclasas, ortoclasa y cuarzo.

## DESCRIPCION DE LOS MINERALES

### Minerales dominantes

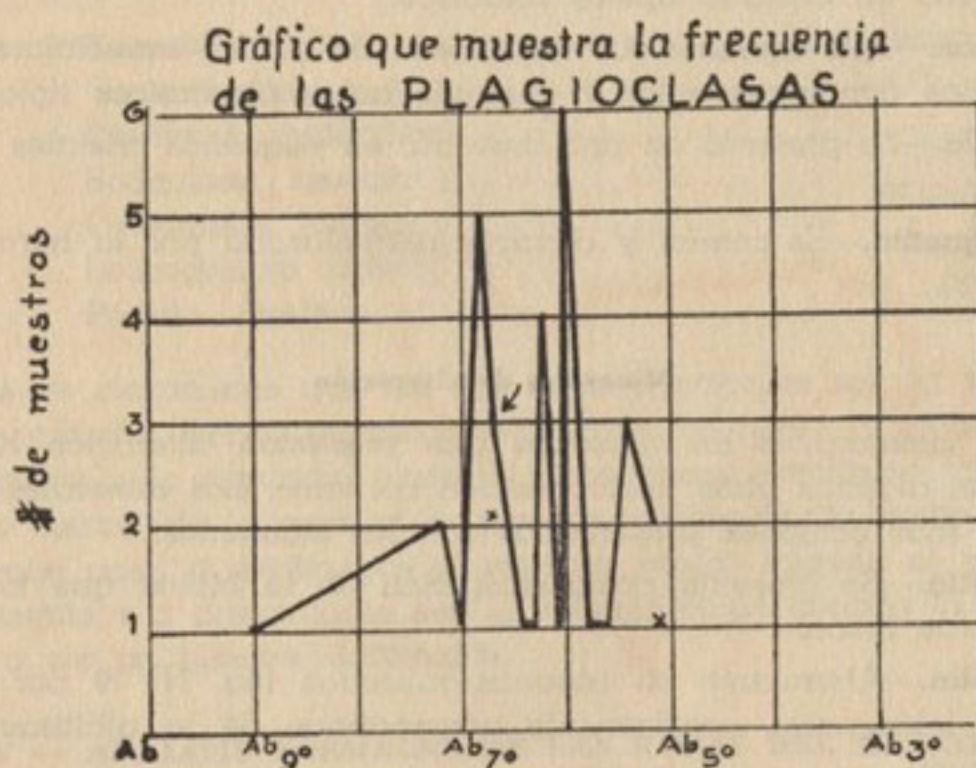
**Plagioclasas.**—Es el tipo de mineral dominante en las rocas. En el gráfico de frecuencia adjunto puede verse la variación de las mismas y el hecho de que prácticamente todas están agrupadas entre Ab.7 y An.5, es decir en la casilla de las andesinas.

Su proporción oscila entre 32 y 79%. Se presenta como cristales, muy comúnmente euhedros, maclados, a veces rotos por los movimientos tectónicos (fig. N° 2). Tampoco son raros los cristales zonados (fig. N° 3) y son más abundantes en las cercanías de los contactos. Presentan todas las maclas típicas de las plagioclasas, siendo especialmente comunes las de albita, Carlsbad y periclina.

**Ortoclasa.**—La ortoclasa se presenta en casi todas las muestras estudiadas, muchas veces únicamente como accesorio microscópico, su importancia radica en el hecho de que es el eje para diferenciar las tonalitas y granodioritas que forman la masa principal de la roca. Se presenta generalmente anheda, siendo uno de los últimos minerales en cristalizar y los fenómenos deutéricos hacen abundar en ella myrmekitas (fig. N° 4) y algunas veces perthitas; en el avalúo de la proporción de feldespatos en la roca, se incluyen bajo la denominación común de ortoclasa; lo mismo para unos pocos cristales de microclina encontrados como accesorios microscópicos.

**Cuarzo.**—El cuarzo es otro de los minerales dominantes que sólo se encuentra ausente en algunas pocas dioritas hornbléndicas que forman el extremo básico de la serie intrusiva central. Se presenta anheda y en muchas ocasiones fracturado (fig. N° 5) con extinción ondulada por deformaciones mecánicas. Algunas veces presenta bur-

bujas y corroe minerales anteriores, especialmente biotita hornblenda y plagioclasa, alcanzando una proporción en ciertas muestras hasta del 43%, pero más común es la proporción del 10 al 20%.



#### Minerales accesorios caracterizantes

**Biotita.**—La biotita se presenta en cristales tabulares típicos de color carmelita pasando algunas veces a verde oscuro y a ladrillo. Rara vez se presenta maclada y es el mineral más sensible a las deformaciones mecánicas plegándose y comúnmente rompiéndose (fig. N° 6). Su proporción en la roca oscila entre 8 y 20%, desapareciendo a veces por completo. Reemplaza a la hornblenda y a su vez es corroída por otros minerales posteriores.

**Hornblenda.**—Forma con la biotita el mafic caracterizante, variando entre 0 y 20% del total de la roca y siendo por tanto un poco menos abundante que la biotita, salvo en los tipos más básicos de la roca principal.

Su color es verde a carmelita, frecuentemente maclada, reemplazando a veces la magnetita y siendo a su vez reemplazada por otros minerales.

#### Minerales accesorios microscópicos

**Apatita.**—Pequeños prismas de apatita están presentes en casi

todas las muestras estudiadas; sin embargo, en los análisis químicos es generalmente imponderable.

**Titanita.**—No es tan abundante como la anterior, pero también se presenta en cristales típicos rómbicos.

**Zircón.**—Son comunes las intrusiones de zircón, especialmente en las biotitas donde presentan a menudo halos pleocroicos típicos.

**Rutilo.**—Se presentó en una muestra, en pequeños cristales, incluido en cuarzo.

**Magnetita.**—Es común y a veces reemplazada por la hornblenda (fig. N° 8).

#### Minerales de alteración

Son abundantes las muestras que presentan alteración hidrotermal y en algunas otras, meteorización corriente. Los minerales de alteración más comunes presentados son los siguientes:

**Clorita.**—Se presenta como alteración de la biotita que toma un color verde típico.

**Caolín.**—Abundante en algunas muestras (fig. N° 8) por alteración de feldespatos, comúnmente acompañado de la albitización de los mismos.

**Epidota.**—La epidota se presenta reemplazando a la hornblenda en los ejemplares de alteración hidrotermal.

#### Minerales secundarios

**Pirita.**—La roca del batholito presenta numerosas impregnaciones piríticas aun sin estar en las cercanías de vetas auríferas, que es donde más abundantemente se presenta, algunas veces acompañando verdaderas propilitas.

**Calcita.**—Se encontró relleno de grietas en dos ejemplares cogidos en las vecindades de filones auríferos.

### III — ANALISIS MODALES DE LAS ROCAS DEL BATHOLITO ANTIOQUEÑO

En el cuadro N° 1 pueden observarse una serie de análisis modales de las rocas del batholito y la localización correspondiente puede verse en el plano adjunto a este trabajo. Los resultados de esos análisis indican los siguientes tipos de roca: Granodioritas hornbléndicas y biotíticas, dioritas normales (hornbléndicas), tonalitas, algunos tipos extremos y varios como sodaclasa tonalita (alteración hidroter-

mal de tonalita), aplita, orto-gneiss tonalítico (vecindades de contacto y pórfido diorítico) (contacto).

La abundancia relativa de esos tipos es la siguiente:

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| Tonalita .....               | 19 muestras |
| Granodiorita .....           | 9 "         |
| Diorita hornbléndica .....   | 2 "         |
| Sodaclasa tonalita .....     | 1 "         |
| Orto-gneiss tonalítico ..... | 1 "         |
| Leucogranito aplítico .....  | 1 "         |
| Pórfido diorítico .....      | 1 "         |

Se ve claramente que los dos tipos principales son la tonalita y la granodiorita, siendo numéricamente más del doble la proporción de la primera a la segunda, teniendo pues como conclusión lógica que el tipo central de la roca es la tonalita (cuarzo-diorita-biotito-hornbléndica) que pasa a diorita por el extremo básico cuando el cuarzo no se presenta y a granodiorita por el extremo ácido cuando la ortoclasa pasa a ser un mineral dominante.

#### IV — ANALISIS NORMALES DE LAS ROCAS DEL BATHOLITO ANTIOQUEÑO

Como complemento a los análisis modales se presentan a continuación los análisis químicos (cuadro N° 2) y los análisis normales (cuadro N° 3) de algunas muestras que ya fueron analizadas en el cuadro N° 1 y que permiten localizar los tipos de roca en el sistema químico C. I. P. W. También se ha calculado un promedio de esos análisis descartando el número 55 por tener una fuerte alteración hidrotermal. El tipo promedio de roca desde el punto de vista normativo es una "Tonalosa" correspondiente a la fórmula "II — 4-3 (4) — 4. Siendo sin embargo tipos comunes las "bandosas" un poco más cálcicas que la anterior.

#### V — CONCLUSIONES GENERALES

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el batholito antioqueño está formado pues por Tonalitas, y el cortejo de diferenciación hasta hoy conocido en los contactos, diques, pegmatitas, etc., parece confirmar la conclusión anterior.

La geología general para determinar la edad y demás circunstancias que han rodeado la evolución del batholito es bastante difícil,

FIGURA N° 1 — ROCA N° 24

a -  $Ab_{98} - An_{11}$   
 c - cuarzo  
 b - biotita

Nícoles cruzados (x 27)



FIGURA N° 2 — ROCA N° 24

a -  $Ab_{98} - An_{12}$  rota  
 b - biotita  
 c - cuarzo

Nícoles cruzados (x 27)



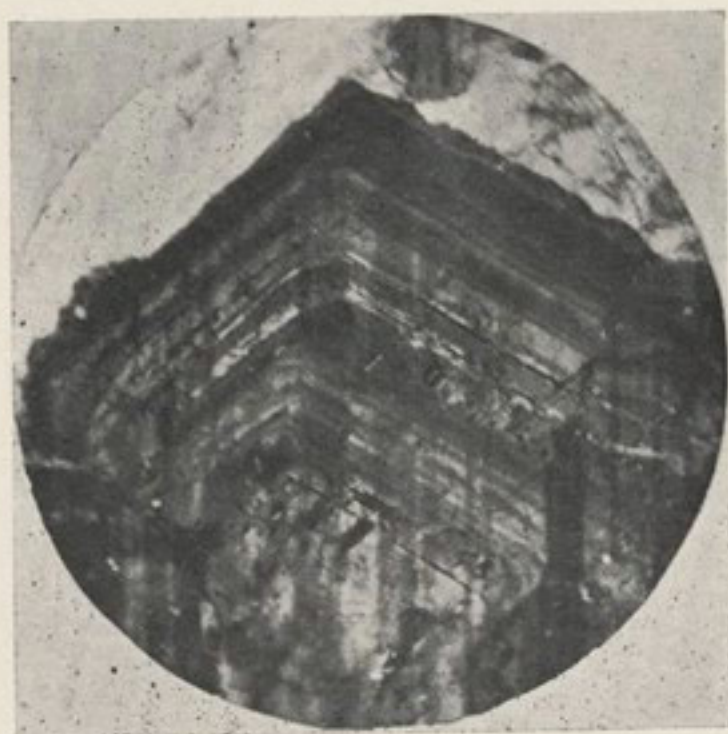


FIGURA N° 3 — ROCA N° 119

a -  $Ab_{62} - An_{38}$  zonada y maclada  
Nícoles cruzados (x 27)



FIGURA N° 4 — ROCA N° 393

a -  $Ab_{72} - An_{28}$   
b - biotita  
m - myrmekita  
Nícoles cruzados (x 27)

FIGURA Nº 5 — ROCA Nº 83

a -  $Ab_{67} - An_{33}$

c - cuarzo roto

Nícoles cruzados (x 27)

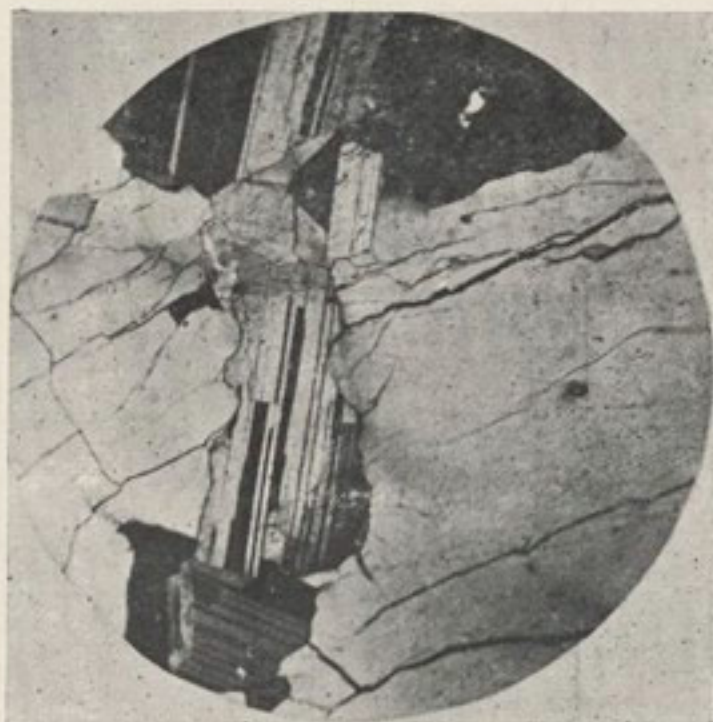


FIGURA Nº 6 — ROCA Nº 50

a -  $Ab_{50} - An_{50}$

b - biotita plegada y rota

c - cuarzo

Nícoles cruzados (x 27)





FIGURA Nº 7 — ROCA Nº 53

Alteración hidrotermal  
 a - Ab — An, caolinizada  
 b - biotita cloritizada  
 c - cuarzo  
 h - hornblenda  
 p - pirita secundaria  
 (x 27)

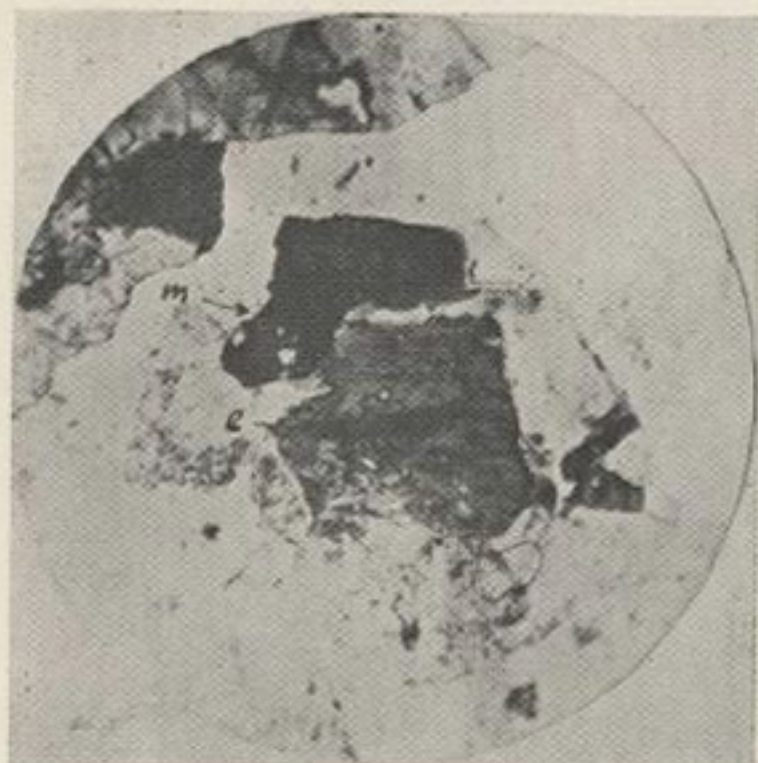


FIGURA Nº 8 — ROCA Nº 81

h - hornblenda  
 e - epidota, reemplazando hornblenda  
 m - Magnetita, reemplazada por hornblenda  
 (x 27)

debido al mismo metamorfismo que ha introducido la roca ígnea en las encajantes.

Como dato seguro, el intrusivo es post-ordoviciano y pre-cenozoico y tal vez no sería aventurado suponer, dadas la profundidad de erosión, la presencia de penillanuras reelevadas durante el cenozoico y la ausencia de sedimentos mesozoicos en las vecindades del cuerpo ígneo en mención, que esta intrusión se haya efectuado en el paleozoico superior y estudios posteriores aclararán este interesante punto.

CUADRO N° 1

## ANALISIS MODALES DE LAS ROCAS DEL BATHOLITO ANTIOQUEÑO

| ROCA Nro.               | 2                         | 3          | 4                  | 15                   | 24                     | 30                        | 35       | 50        | 55                     | 60        |
|-------------------------|---------------------------|------------|--------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|----------|-----------|------------------------|-----------|
| Albita                  | —                         | —          | —                  | —                    | —                      | —                         | —        | —         | 47.4%                  | —         |
| Oligoclasa              | —                         | —          | —                  | —                    | —                      | —                         | —        | —         | —                      | —         |
| Andesina                | 55.4%                     | 73.0%      | 63.1%              | 66.5%                | 50.2%                  | 35.5%                     | 56.6%    | 75.1%     | —                      | 75.6%     |
| Ortoclasa (y myrmekita) | 4.8 + <i>perfito</i>      | X          | .9                 | 1.7                  | 13.0                   | 23.7                      | —        | —         | 1.8                    | —         |
| Cuarzo                  | 21.8                      | 5.1        | 17.7               | —                    | 11.0                   | 21.0                      | 4.4      | 9.1       | 32.6                   | 8.6       |
| Apatita                 | X                         | X          | X                  | X                    | X                      | .5                        | X        | X         | X                      | X         |
| Biotita                 | 7.6                       | 19.5       | 9.3                | 12.0                 | 16.5                   | 7.5                       | 23.0     | 5.8       | —                      | 16.3      |
| Hornblenda              | 8.4                       | 2.1        | 7.2                | 19.7                 | 6.7                    | 9.7                       | 16.0     | 9.7       | 10.4                   | 3.3       |
| Titanita                | X                         | —          | —                  | —                    | —                      | X                         | —        | —         | —                      | —         |
| Magnetita               | X                         | —          | —                  | —                    | —                      | 2.0                       | X        | X         | —                      | —         |
| Pirita                  | —                         | —          | —                  | —                    | —                      | —                         | —        | —         | .7                     | —         |
| Clorita                 | —                         | —          | —                  | —                    | X                      | —                         | —        | —         | 7.1                    | —         |
| Caolín                  | —                         | —          | —                  | —                    | X                      | —                         | —        | —         | X                      | —         |
| Epidota                 | —                         | —          | —                  | —                    | —                      | —                         | —        | —         | X                      | —         |
| Zircón                  | —                         | —          | X                  | —                    | —                      | X                         | —        | X         | —                      | X         |
| Rutilo                  | —                         | —          | —                  | —                    | —                      | —                         | —        | —         | —                      | —         |
| Calcita                 | —                         | —          | —                  | —                    | —                      | —                         | —        | —         | —                      | —         |
| Textura                 | Gr. gruesa                | Gr. gruesa | Gr. media a gruesa | Gr. media            | Gr. media              | Gr. media                 | Gr. fina | Gr. media | Gr. media              | Gr. media |
| Observaciones           |                           |            |                    |                      |                        |                           |          |           | Alteración hidrotermal |           |
| Tipo de roca            | Granodiorita hornbléndica | Tonalita   | Tonalita           | Diorita hornbléndica | Granodiorita biotítica | Granodiorita hornbléndica | Tonalita | Tonalita  | Sodaciana tonalita     | Tonalita  |

NOTA: X = accesorio microscópico.

# ANALISIS MODALES DE LAS ROCAS DEL BATHOLITO ANTIOQUEÑO

(Continuación)

| ROCA Nro.               | 68                 | 79         | 80        | 81                        | 82                        | 83        | 104                    | 106       | 113                  | 119                    |
|-------------------------|--------------------|------------|-----------|---------------------------|---------------------------|-----------|------------------------|-----------|----------------------|------------------------|
| Albita                  | —                  | —          | —         | —                         | —                         | —         | —                      | —         | —                    | —                      |
| Oligoclasa              | —                  | —          | —         | —                         | —                         | —         | —                      | —         | —                    | —                      |
| Andesina                | 59.0%              | 54.2%      | 64.5%     | 55.0%                     | 50.6%                     | 63.0%     | 36.7%                  | 61.8%     | 79.5%                | 66.0%                  |
| Ortoclase (y myrmekita) | —                  | —          | —         | 20.7                      | 6.8                       | —         | 7.2                    | —         | —                    | 9.6                    |
| Cuarzo                  | 11.2               | 11.5       | 14.5      | 9.7                       | 14.1                      | 26.2      | 43.7                   | 21.0      | —                    | 13.1                   |
| Apatita                 | X                  | X          | X         | X                         | X                         | X         | X                      | —         | X                    | X                      |
| Biotita                 | 8.0                | 30.2       | 2.7       | 3.0                       | 8.2                       | 7.8       | 9.0                    | 7.4       | 5.1                  | 9.45                   |
| Hornblenda              | 19.6               | 4.0        | 19.0      | 10.2                      | 19.3                      | 3.0       | 3.2                    | 8.6       | 12.8                 | 1.6                    |
| Titanita                | —                  | —          | X         | —                         | —                         | —         | —                      | —         | —                    | X                      |
| Magnetita               | —                  | —          | —         | 1.0                       | —                         | —         | X                      | —         | —                    | —                      |
| Pirita                  | 2.2                | —          | —         | —                         | —                         | —         | —                      | 1.2       | 2.5                  | —                      |
| Clorita                 | —                  | —          | —         | —                         | —                         | —         | —                      | —         | —                    | —                      |
| Caolín                  | X                  | —          | —         | —                         | —                         | —         | —                      | —         | —                    | —                      |
| Epidota                 | —                  | —          | —         | X                         | —                         | —         | —                      | —         | —                    | —                      |
| Zircón                  | —                  | X          | —         | —                         | —                         | X         | —                      | —         | X                    | —                      |
| Rutilo                  | —                  | —          | —         | —                         | —                         | —         | —                      | —         | —                    | —                      |
| Calcita                 | —                  | —          | —         | —                         | X                         | —         | —                      | —         | —                    | —                      |
| Textura                 | Gr. media a gruesa | Gr. gruesa | Gr. media | Gr. fina                  | Gr. media a gruesa        | Gr. media | Gr. media a gruesa     | Gr. media | Gr. media            | Monzonítica            |
| Observaciones           |                    |            |           |                           |                           |           |                        |           |                      |                        |
| Tipo de roca            | Tonalita           | Tonalita   | Tonalita  | Granodiorita hornbléndica | Granodiorita hornbléndica | Tonalita  | Granodiorita biotítica | Tonalita  | Diorita hornbléndica | Granodiorita biotítica |

# ANALISIS MODALES DE LAS ROCAS DEL BATHOLITO ANTIOQUEÑO

(Continuación)

| ROCA Nro.               | 124                   | 126                   | 146                    | 158       | 214                       | 395       | 312       | 3. C I   | P. M. 1.                                     | P. M. 2.          |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------|---------------------------|-----------|-----------|----------|----------------------------------------------|-------------------|
| Andesina                | —                     | —                     | 55.5%                  | 32.8%     | 65.0%                     | —         | 68.7%     | 59.7%    | 63.3%                                        |                   |
| Albita                  | —                     | —                     | —                      | —         | —                         | —         | —         | —        | —                                            |                   |
| Oligoclase              | 61.5%                 | 1.5%                  | —                      | —         | —                         | 71.2%     | —         | —        | —                                            |                   |
| Ortoclase (y myrmekita) | X                     | 53.5                  | 24.8                   | —         | 5.0                       | 3.6       | 3.2       | —        | —                                            |                   |
| Cuarzo                  | 19.5                  | 38.7                  | 7.2                    | 29.4      | 12.0                      | 13.8      | 6.5       | 16.0     | 27.8                                         |                   |
| Apatita                 | X                     | X                     | X                      | .5        | X                         | X         | X         | —        | X                                            |                   |
| Biotita                 | 12.0                  | 2.0                   | 9.6                    | 21.4      | 8.4                       | 8.8       | 8.0       | 16.7     | 7.8                                          |                   |
| Hornblenda              | 7.0                   | 2.5                   | 2.8                    | 14.9      | 8.6                       | 2.6       | 10.7      | 4.2      | .5                                           |                   |
| Titanita                | —                     | —                     | —                      | —         | —                         | —         | —         | —        | X                                            |                   |
| Magnetita               | —                     | 1.2                   | —                      | X         | —                         | —         | —         | X        | X                                            |                   |
| Pirita                  | —                     | —                     | —                      | —         | 1.0                       | —         | 2.7       | —        | X                                            |                   |
| Clorita                 | —                     | —                     | —                      | X         | X                         | —         | X         | —        | —                                            |                   |
| Caolín                  | —                     | —                     | —                      | —         | X                         | —         | —         | —        | X                                            |                   |
| Epídota                 | —                     | —                     | —                      | —         | —                         | —         | —         | —        | —                                            |                   |
| Zircón                  | —                     | X                     | X                      | X         | X                         | —         | X         | —        | —                                            |                   |
| Rutilo                  | —                     | —                     | —                      | —         | —                         | —         | —         | —        | X                                            |                   |
| Calcita                 | —                     | —                     | —                      | —         | —                         | —         | —         | —        | 1.2                                          |                   |
| Textura                 | Gneissica             | Aplítica              | Gr. media              | Gr. media | Gr. media                 | Gr. media | Gr. media | Gr. fina | Gr. fina                                     | Porfírica         |
| Observaciones           |                       |                       |                        |           | Alteración hidrotermal    |           |           |          | Alteración hidrotermal<br>Calcita secundaria | Zona de contacto  |
| Tipo de roca            | Orto-gneis tonalítico | Aplita Leucogranítica | Granodiorita biotítica | Tonalita  | Granodiorita hornbléndica | Tonalita  | Tonalita  | Tonalita | Tonalita                                     | Pórfiro diorítico |

# ANALISIS MODALES DE LAS ROCAS DEL BATHOLITO ANTIOQUEÑO

(Continuación)

| ROCA Nro.                   | P. M. 3   | P. M. 4               | P. M. 5   | P. M. 6   |
|-----------------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|
| Albita                      | —         | —                     | —         | —         |
| Oligoclasea                 | —         | —                     | —         | —         |
| Andesina                    | 66.0%     | 62.3%                 | 64.8%     | 62.2%     |
| Ortoclasea (y<br>myrmekita) | X         | X                     | —         | —         |
| Cuarzo                      | 12.8      | 17.2                  | 16.0      | 25.2      |
| Apatita                     | X         | X                     | X         | X         |
| Biotita                     | 6.1       | 11.0                  | 13.8      | 10.6      |
| Hornblenda                  | 16.1      | 9.5                   | 3.2       | 2.0       |
| Titanita                    | X         | X                     | —         | —         |
| Magnetita                   | X         | X                     | —         | X         |
| Pirita                      | —         | —                     | —         | —         |
| Clorita                     | —         | —                     | —         | X         |
| Caolín                      | —         | —                     | —         | X         |
| Epidota                     | —         | —                     | —         | —         |
| Zircón                      | X         | —                     | X         | —         |
| Rutilo                      | —         | —                     | —         | —         |
| Calcita                     | —         | —                     | —         | —         |
| Textura                     | Gr. media | Gr. media<br>a gruesa | Gr. media | Gr. media |
| Observaciones               |           |                       |           |           |
| Tipo de roca                | Tonalita  | Tonalita              | Tonalita  | Tonalita  |

NOTA. P. M. = colección petrográfica Plata Metalúrgica Nacional, Medellín, Colombia. Cl = muestra del Departamento de Caldas. Los demás números corresponden a la colección petrográfica de la Facultad Nacional de Minas, Medellín, Colombia.

# CUADRO N° 2

## ANALISIS QUIMICOS DE LAS ROCAS DEL BATHOLITO ANTIOQUEÑO

|                                | ROCA N° 2 | 301.   | 15     | 24     | 30     | 35     | 50     |
|--------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 61.47%    | 62.46% | 60.45% | 63.43% | 66.99% | 61.89% | 54.86% |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 17.38     | 18.80  | 19.83  | 11.35  | 15.82  | 19.97  | 19.63  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3.84      | 1.72   | 3.29   | 5.29   | 4.39   | 0.81   | 2.79   |
| FeO                            | 5.55      | 3.69   | 4.10   | 5.79   | 2.18   | 4.51   | 4.61   |
| MgO                            | 2.44      | 2.76   | 3.20   | 3.64   | 1.87   | 2.82   | 6.39   |
| CaO                            | 2.50      | 5.90   | 3.45   | 5.35   | 3.55   | 4.98   | 5.85   |
| Na <sub>2</sub> O              | 4.77      | 3.38   | 4.87   | 2.56   | 3.94   | 1.98   | 2.43   |
| K <sub>2</sub> O               | 0.79      | 1.14   | 0.85   | 1.61   | 1.59   | 0.85   | 1.43   |
| TiO <sub>2</sub>               | —         | —      | Tr.    | —      | —      | Tr.    | Tr.    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | —         | —      | —      | 0.80   | —      | 0.39   | Tr.    |
| H <sub>2</sub> O               | 0.66      | 0.63   | 0.48   | 1.15   | 0.70   | 0.43   | 1.13   |
| TOTAL:                         | 99.40     | 99.47  | 100.52 | 100.97 | 101.03 | 98.63  | 99.12  |

|                                | ROCA N: 55 | 60     | 79     | 83     | 106   | 119    | Promedio |
|--------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------|--------|----------|
| SiO <sub>2</sub>               | 52.69      | 68.77  | 62.82  | 68.23  | 62.73 | 64.36  | 63.21    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 23.97      | 14.12  | 15.50  | 13.43  | 13.67 | 13.39  | 16.07    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4.18       | 5.00   | 2.93   | 3.34   | 4.92  | 3.99   | 3.72     |
| FeO                            | 3.38       | 2.85   | 4.81   | 6.01   | 4.34  | 3.61   | 4.34     |
| MgO                            | 2.95       | 2.23   | 3.68   | 1.39   | 2.96  | 4.05   | 3.12     |
| CaO                            | 6.83       | 4.41   | 6.02   | 5.21   | 6.69  | 6.18   | 5.01     |
| Na <sub>2</sub> O              | 2.23       | 1.82   | 1.58   | 1.41   | 2.60  | 2.63   | 2.75     |
| K <sub>2</sub> O               | 1.19       | 0.79   | 1.79   | 0.54   | 1.15  | 1.32   | 1.15     |
| TiO <sub>2</sub>               | Tr.        | —      | —      | —      | —     | —      | Tr.      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | Tr.        | Tr.    | Tr.    | —      | Tr.   | Tr.    | Tr.      |
| H <sub>2</sub> O               | 1.84       | 0.56   | 1.18   | 0.49   | 0.87  | 0.68   | 0.74     |
| TOTAL:                         | 99.26      | 100.55 | 100.81 | 100.05 | 99.93 | 100.21 | 100.11   |

NOTA: Tr. = Trazas

### CUADRO N° 3

#### ANALISIS NORMALES DE LAS ROCAS DEL BATHOLITO ANTIOQUEÑO

| ROCA Nro.                     | 2           | 3 - C1          | 15          | 24                   | 30             | 35              | 50            |
|-------------------------------|-------------|-----------------|-------------|----------------------|----------------|-----------------|---------------|
| Ortoclasa                     | 4.45        | 6.67            | 5.00        | 9.45                 | 8.90           | 5.00            | 8.34          |
| Albita                        | 39.82       | 19.91 (Cuarzo)  | 40.87       | 21.48                | 33.01          | 16.24           | 20.44         |
| Anortita                      | 12.23       | 20.19           | 16.96       | 14.73                | 17.51          | 22.52           | 28.91         |
| Cuarzo                        | 20.88       | 25.20 (Albita)  | 14.76       | 27.30                | 28.02          | 30.12           | 10.56         |
| Corindón                      | 4.28        | 2.96            | 4.69        | —                    | 1.33           | 7.34            | 3.47          |
| Hiperesteno                   | 13.10       | 12.31           | 12.88       | 10.66                | 5.00           | 14.52           | 22.10         |
| Diopsido                      | —           | —               | —           | 5.91                 | —              | —               | —             |
| Magnetita                     | 5.57        | 2.32            | 4.64        | 7.66                 | 6.24           | 1.16            | 3.94          |
| Apatita                       | —           | —               | —           | 1.68                 | —              | 0.67            | —             |
| Fórmula                       | II"-4-2"-5. | (I) II-4-" 1-4. | "II-4-"4-4. | II-(3) 4-3<br>(4)-4. | I(II)-" 4-3-4. | "II-(3) 4-"4-4. | II-4(5)-"4-4. |
| Tipo de roca<br>(C. I. P. W.) | X           | Bandosa         | Plaserosa   | Tonalosa             | Yellowstonosa  | Bandosa         | Bandosa       |
| Observaciones                 |             |                 |             |                      |                |                 |               |

| ROCA Nro.                     | 55                        | 60             | 79           | 83         | 106         | 119        | Promedio            |
|-------------------------------|---------------------------|----------------|--------------|------------|-------------|------------|---------------------|
| Ortoclasa                     | 6.67                      | 4.45           | 10.56        | 2.78       | 6.67        | 7.78       | 6.67                |
| Albita                        | 18.34                     | 15.20          | 13.10        | 11.53      | 21.48       | 22.01      | 22.01               |
| Anortita                      | 33.64                     | 21.68          | 20.75        | 25.85      | 22.52       | 20.85      | 24.74               |
| Cuarzo                        | 15.60                     | 42.30          | 25.68        | 41.52      | 25.38       | 26.04      | 26.16               |
| Corindón                      | 6.83                      | 2.35           | —            | 1.12       | —           | X          | 1.43                |
| Hiperesteno                   | 10.07                     | 6.56           | 15.67        | 11.72      | 7.21        | 9.84       | 12.68               |
| Diopsido                      | —                         | —              | —            | —          | 8.56        | 7.81       | —                   |
| Magnetita                     | 6.03                      | 7.19           | 4.18         | 4.64       | 6.96        | 5.57       | 5.34                |
| Apatita                       | —                         | —              | —            | —          | —           | —          | —                   |
| Fórmula                       | "II-4-4-4                 | (I) II-3-"4-4. | II-" 4-4-3". | "II-3-4-4" | II-" 4-4-4. | II-"4-"4-4 | "II-" 4-3<br>(4)-4. |
| Tipo de roca<br>(C. I. P. W.) | Bandosa                   | X              | X            | X          | Bandosa     | Bandosa    | Tonalosa            |
| Observaciones                 | Alteración<br>hidrotermal |                |              |            |             |            |                     |