

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO - MINERAS

**LAVAS ULTRAMAFICAS ASOCIADAS A UNA ZONA DE MELANGE
DEL SISTEMA DE FALLAS DE ROMERAL**

Informe 2088

Por:

ABIGAIL ORREGO L. y ARMANDO ESPINOSA B.

1 9 8 9

CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| RESUMEN | 6 |
| ABSTRACT | 6 |
| 1. INTRODUCCION | 6 |
| 2. MARCO GEOLOGICO REGIONAL | 7 |
| 3. MARCO GEOLOGICO LOCAL | 8 |
| 3.1. ESQUISTOS Y CUARCITAS (Mz ^{7ec}) | 9 |
| 3.2. ROCAS SEDIMENTARIAS MARINAS (Ks) | 9 |
| 3.3. ROCAS BASICAS | 9 |
| 3.3.1. BRECHAS Y TUFITAS (Kb; Ktb) | 9 |
| 3.3.2. LAVAS BASICAS (Klv) | 9 |
| 3.4. ROCAS ULTRAMAFICAS | 9 |
| 3.4.1. WEHRLITA (Kw) | 9 |
| 3.4.1.1. <i>Textura</i> | 11 |
| 3.4.2. LAVAS ULTRAMAFICAS PORFIRITICAS: PICRITA (Klu) | 11 |
| 3.4.2.1. <i>Textura</i> | 11 |
| 4. ANALISIS DE LABORATORIO | 11 |
| 4.1. ANALISIS DE RAYOS X | 11 |
| 4.2. ANALISIS QUIMICOS DE ELEMENTOS MAYORES | 11 |
| 5. TECTONICA | 13 |
| 5.1. MEZCLA ("Melange") | 13 |
| 6. CONCLUSIONES | 14 |
| 7. AGRADECIMIENTOS | 14 |
| 8. BIBLIOGRAFIA | 14 |
| APENDICE 1 (Microfotografías) | 15 |

FIGURAS

| | |
|--|----|
| 1. Localización del área de El Encenillo | 7 |
| 2. Mapa Geológico Esquemático | 8 |
| 3. Sección Estratigráfica Esquemática | 10 |

TABLAS

| | |
|---|----|
| 1. Análisis de elementos mayores de lava ultramáfica de El Encenillo y rocas similares | 12 |
| 2. Análisis de laboratorio de 4 muestras de roca del área de El Encenillo, Timbío (Cauca) | 12 |

* * *

RESUMEN

La cartografía geológica sistemática en el área de la Plancha 364 - Timbío reveló la presencia de lavas ultramáficas, asociadas a una zona de "Melange" del sistema de Fallas de Romeral, que sirve de límite entre rocas de ámbito oceánico con rocas del continente. Los afloramientos están en la quebrada La Playa, 6,5 km al suroeste de Timbío.

Las lavas hacen parte de una secuencia ofiolítica incompleta, de probable edad Cretáceo inferior, que se compone de tufitas y brechas básicas, lavas almohadilladas, rocas ultramáficas y sedimentarias. También se encuentran en esta área bloques alóctonos de esquistos grafiticos y cuarcitas. Las lavas ultramáficas se componen de olivino y clinopiroxeno serpentinizados, plagioclasa, espinelas (cromita) y vidrio alterado. El índice de color es 90. La lava presenta una textura porfirítica con fenocristales de olivino, amígdalas y una textura microspinfex en la matriz. Una wehrlita, que presenta amígdalas, está asociada a la lava y se supone que ambas rocas pertenecen a un mismo flujo. Este nuevo hallazgo confirma una vez más que este tipo de rocas se encuentra en terrenos post-pre-cámbricos y trae nuevas ideas sobre la historia térmica de la tierra.

ABSTRACT

Systematic regional mapping in the area of Timbío (Plancha 364) revealed the presence of ultramafic lavas, associated with the melange zone of the Romeral Fault system, which separates oceanic and continental domains. The outcrops are located in a stream, quebrada La Playa, 6,5 km south-west of Timbío.

The flows belong to a sheared, incomplete ophiolitic sequence, probably lower Cretaceous in age, which contains tuffite, breccias, pillow lavas, ultramafic rocks, and marine sedimentary rocks. Also found in this area, allocthonous blocks, are graphitic schists and quartzites.

The ultramafic lavas are composed of serpentized olivine clinopyroxene, plagioclase, and chromite spinels and altered glass; the color index is 90. The rock has a porphyritic texture, with olivine phenocrysts, amygdules, and the microspinfex texture in the matrix. One amigdaloidal wehrlite is near to the lava and it is possible that both rocks belongs to the same ultramafic flow.

This new finding confirms once more that this rare rock type can occur in post pre-Cambrian terranes and leads to new ideas on the Earth's thermal history.

1. INTRODUCCION

El área de El Encenillo (Fig. 1), está localizada en el flanco occidental de la Cordillera Central, dentro del Sistema de Fallas de Romeral. Sus características geológicas son particulares, por la presencia de lavas de edad cretácea, que presentan características mineralógicas y químicas correspondientes a rocas de composición ultramáfica.

Las rocas ultramáficas mencionadas presentan estructuras de lavas almohadilladas y tectónicamente están asociadas a brechas, tobas básicas, rocas sedimentarias, conjuntos de esquistos y cuarcitas. Son bloques tectónicos que están limitados por fallas inversas imbricadas, que localmente muestran evidencias de "Melange".

La relación tectónica de las rocas hace difícil comprender su posición estratigráfica, pero las características litológicas y estructurales sugieren que ellas pertenecen a una secuencia ofiolítica desmembrada tectónicamente, originada posiblemente durante el Cretáceo en el dominio Pacífico y acrecionada al continente antes de finalizar ese mismo período.

Rocas similares a las lavas de El Encenillo han sido reportadas en terrenos precámbricos (PYKE *et al*, 1973) y por primera vez, en rocas mesozoicas en la Isla de Gorgona (ECHEVERRIA, 1980). En este trabajo se señalan por segunda vez lavas ultramáficas de edad fanerozoica.

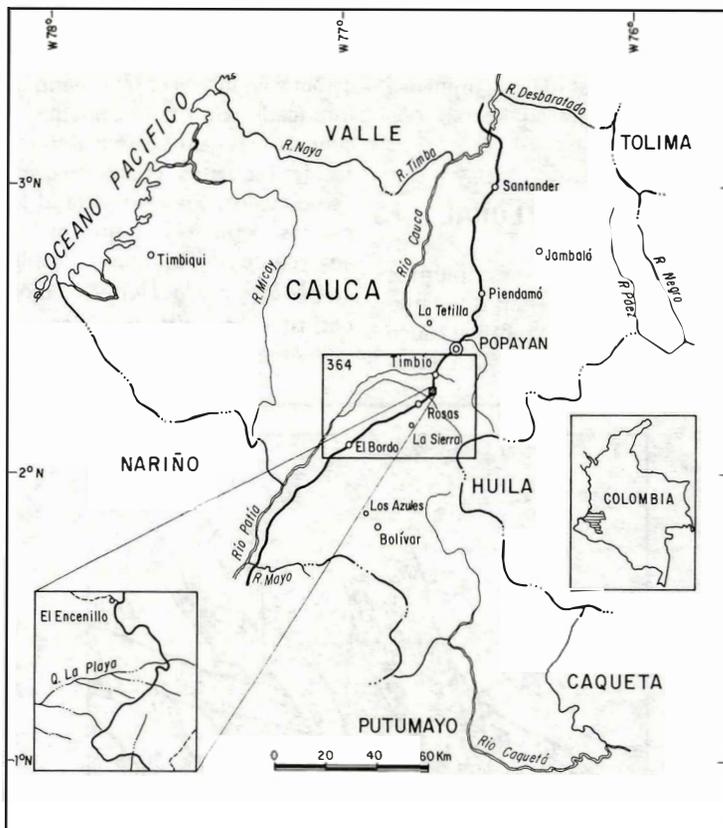


FIG. 1: Localización del área de El Encenillo.

El hallazgo de las lavas ultramáficas de El Encenillo fue hecho por el geólogo A. Orrego en 1981, durante trabajos de cartografía geológica regional de la Plancha 364, Timbío.

El presente estudio está basado sobre análisis petrográficos de diez muestras de roca, análisis químico de cuatro muestras de la secuencia de El Encenillo, y dos determinaciones de rayos X.

2. MARCO GEOLOGICO REGIONAL

La localidad de El Encenillo se ubica sobre la carretera Panamericana, hacia el flanco occidental de la Cordillera Central, unidad geomorfológica cuyo núcleo y su parte oriental se componen de rocas de tipo escudo, como neises, migmatitas y granitos, que

están cubiertos por metasedimentos paleozoicos (Grupo Cajamarca de NELSON, 1962) y por rocas volcánicas jurásicas (ESTRADA, 1972; JARAMILLO, 1976; ALVAREZ, 1979). Hacia el flanco occidental aparecen bloques mesozoicos con metamorfismo tipo bórico, en contacto fallado contra conjuntos metamórficos de posible edad mesozoica (ORREGO *et al*, 1977; NUÑEZ y MUFILLO, 1978). También aparecen intrusivos de composición intermedia a ácida, de edad jurásica a terciaria, cuerpos ofiolíticos como los de Los Azules, La Sierra, El Encenillo, etc. (ESPINOSA, 1980). Una cadena de volcanes del Terciario - Cuaternario está localizada hacia la cima de la cordillera, con manifiestas actividades efusivas lávicas y piroclásticas. Otra unidad geomorfológica, que limita al occidente del área de estudio, es la Depresión Cauca - Patía interpretada por algunos autores como una paleofosa (DUQUE, 1977;

BARRERO, 1979); esta unidad está limitada al occidente por el Sistema de Fallas del Río Cauca y al oriente por el Sistema de Fallas de Romeral. Descripciones de las unidades que afloran en el área fueron hechas por Orrego y Marín (1981).

3. MARCO GEOLOGICO LOCAL

Buenos afloramiento de los conjuntos litológicos de El Encenillo existen a lo largo de la carretera Panamericana y sobre el cauce de la quebrada La Playa (Figs. 1 y 2). Las ro-

cas se encuentran muy cizalladas y fracturadas por fallamiento y presentan metamorfismo de bajo grado y cataclástico. La principal característica es el fenómeno de fallamiento imbricado. Una falla principal limita a la secuencia básica-ultrabásica contra un conjunto de esquistos cuarzo-micáceos, verdes y carbonáceos. En el área de El Encenillo afloran los siguientes conjuntos litológicos, que aparecen como bloques tectónicos: esquistos carbonáceos y cuarcitas, sedimentitas marinas, brechas y tufitas básicas, lavas básicas e hialoclastitas y rocas ultramáficas.

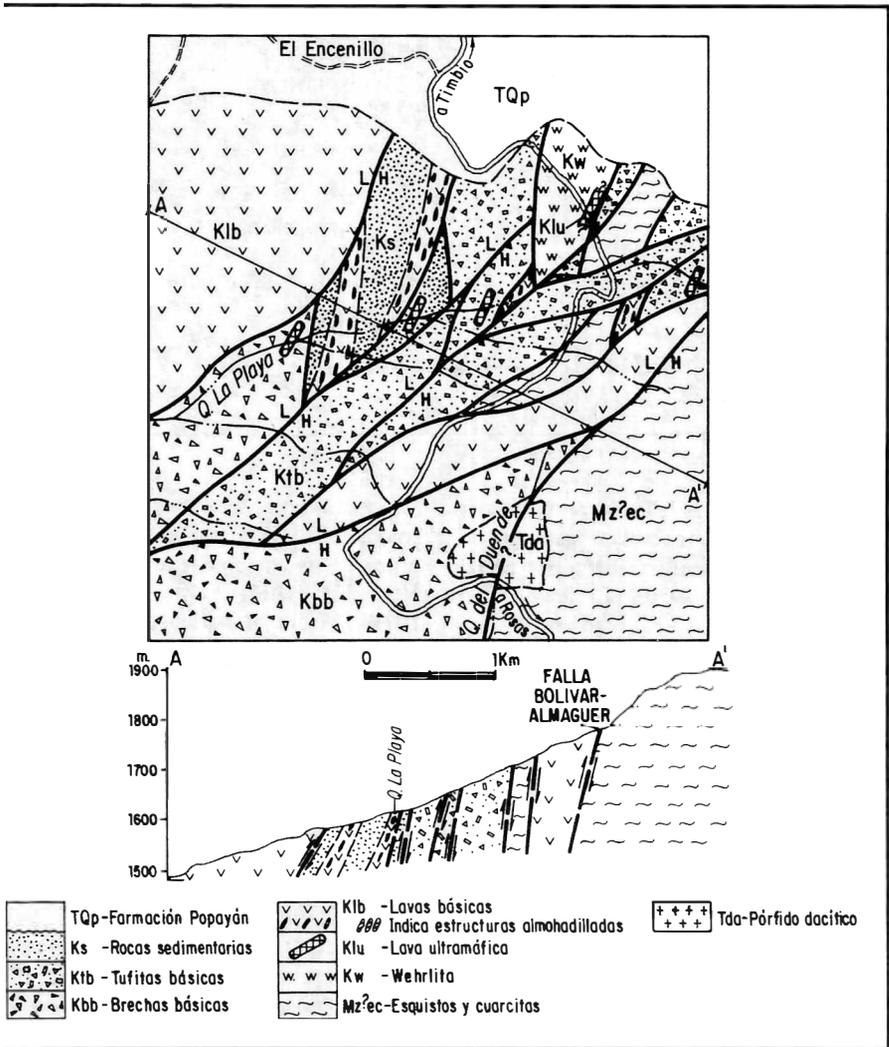


FIG. 2: Mapa Geológico Esquemático.

La Figura 3 muestra una sección estratigráfica esquemática del complejo tectónico de El Encenillo. Las relaciones litológicas sugieren que las diversas unidades pertenecen a una secuencia ofiolítica o a un fragmento de secuencia oceánica transportado, a pesar de que faltan algunos términos de las secuencias ofiolíticas típicas, como son los gabros.

3.1. ESQUISTOS Y CUARCITAS (Mz?ec)

Estas rocas afloran como pequeñas escamas en las zonas de "Melange" de El Encenillo y corresponden a esquistos negros, esquistos verdes y cuarcitas. En los negros predomina la materia carbonácea, cuarzo y a veces, mica sericítica; exhiben replegamiento y foliación esquistosa muy fina en laminitas de 0,2 a 2 mm. Los esquistos verdes se componen de clorita, actinolita, albita, sericita y cuarzo. Estos están menos foliados y presentan capas laminares de 1 a 8 mm. Las cuarcitas están asociadas a los esquistos negros y en algunos de ellos se ha observado cloritoide. Se propone que estos bloques pertenecen a la secuencia de esquistos verdes y metasedimentitas descrita por Orrego y Marín (1981) de posible edad mesozoica.

3.2. ROCAS SEDIMENTARIAS MARINAS (Ks)

Están localizadas al occidente del cruce de la carretera con la quebrada La Playa. Son limolitas, chert gris y algunas capas de grauvaca; presentan estratificación rítmica y gradada. En las rocas chertosas y las limolitas se observan microfósiles, foraminíferos y radiolarios, a los que Duque (1982, comunicación personal) asignó una edad cretácica superior.

3.3. ROCAS BASICAS

3.3.1. BRECHAS Y TUFITAS (Kb; Ktb)

Las brechas se componen de cantos angulares, con diámetro promedio que oscila entre 3 y 20 cm de rocas volcánicas básicas, gabros, peridotitas y lavas ultramáficas, involucradas en una matriz clorítica. Los cantos

de rocas ultramáficas pertenecen posiblemente a las unidades Kw, Klu descritas en este mismo artículo. Las brechas son rocas volcánicas y, junto con las tufitas son las rocas más jóvenes del complejo ígneo básico-ultrabásico. Las tufitas aparecen hacia el centro de la Figura 2 y tienen una textura de tamaño de grano fino a medio. En el afloramiento se alcanzan a observar estructuras de estratificación y en algunos planos o lisos de falla se observan minerales de serpentina y clorita. La roca presenta cantos de rocas verdes, fragmentos de piroxeno, plagioclasa, olivino serpentizado y vidrio, involucrados en una matriz clorítica-serpentinica. En general las brechas y tufitas contienen minerales de la facies esquistos verdes como clorita, actinolita, albita. La calcita es muy común; a veces, se encuentran esporádicos cristales de pumpeilita.

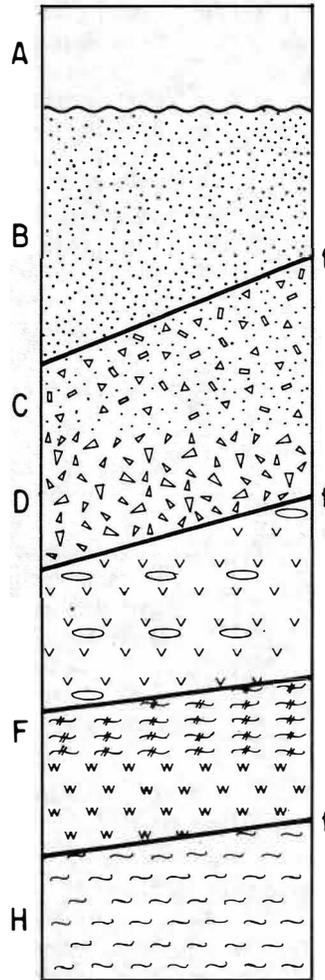
3.3.2. LAVAS BASICAS (Klv)

Basaltos y diabasas se encuentran en contacto tectónico con las brechas sobre la carretera; estructuras de lavas almohadilladas se ven hacia un lado de la carretera y sobre la quebrada La Playa. La roca se compone de clorita, piroxeno uralizado, albita, epidota y carbonato.

3.4. ROCAS ULTRAMAFICAS

3.4.1. WEHRLITA (Kw)

Una roca negra cizallada, de grano medio a fino, aflora sobre la carretera y su composición mineralógica y textura hacen que se clasifique como una wehrlita. La roca cambia transicionalmente a otras con texturas típicas de lavas. Este último hecho, sumado a los cambios texturales que presenta, hacen pensar que corresponde a la base de un flujo o lava ultramáfica (komatiita); sin embargo, en el afloramiento no se observan texturas spinifex que están relacionadas con este tipo de lava. La roca se compone de olivino, espinela, clinopiroxeno y plagioclasa. El olivino está serpentizado; se han identificado crisotilo, lizardita, de tamaño grande y de hábito lamelar, y posiblemente antigorita.



- A. Formación Popayán
- B. Rocas sedimentarias marinas
- C. Tufitas básicas
- D. Brechas básicas

- E. Lavas básicas con estructuras almohadilladas
- F. Lava ultramáfica porfirítica
- G. Wehrlita con estructuras de enfriamiento rápido
- H. Esquistos y cuarcitas

~~~~~ Discordancia

—— f —— Contacto fallado

FIG. 3: Sección Estratigráfica Esquematzada.

**3.4.1.1. Textura.-** En una muestra, posiblemente de la parte basal, se vieron cristales de olivino serpentizado encerrados por cristales de piroxeno y/o plagioclasa sin ninguna orientación semejando una textura poikilítica, la cual es común en peridotitas cumulíticas. No obstante, en muestras colectadas en el mismo afloramiento se observa que la textura de la roca cambia transicionalmente a porfirítica con esporádicas amígdalas que, a su vez, aparentemente, pasa a una lava amigdalal con fenocristales completamente cloritizados o serpentizados. Algunos cristales de piroxeno y olivino exhiben una textura de enfriamiento (Ver Apéndice No.1). Estos cambios texturales indican que la roca cristalizó con un enfriamiento rápido, que puede corresponder a un flujo ultramáfico.

#### 3.4.2. LAVAS ULTRAMAFICAS PORFIRITICAS PICRITA (Klu)

Rocas de composición ultramáfica, con texturas típicas de lavas, afloran como fragmentos dentro de las brechas o asociadas tectónicamente a las lavas almohadilladas o a otras unidades del conjunto. En un afloramiento, en la quebrada La Playa, se observaron estructuras similares a almohadillas. La roca con amígdalas, se compone de olivino serpentizado, clinopiroxeno esquelético y espinelas. El olivino serpentizado, de hábito prismático bipiramidal inconfundible, se encuentra como fenocristal y en la matriz. Entre los minerales de serpentina se pueden distinguir: crisotilo rellenando fracturas, lizardita de mayor tamaño y hábito lamelar y posiblemente antigorita. El clinopiroxeno se encuentra principalmente en la matriz, pero una sección delgada lo muestra como fenocristales cloritizados y uralitizados; en la matriz tiene un relieve alto, hábito prismático, pleocroismo rosado violeta e incoloro, birrefringencia aproximada de 0,02; la extinción es inclinada y los cristales están uralitizados. En las secciones delgadas de las picritas no existe plagioclasa, lo cual fue corroborado con análisis de difracción de rayos X (ALVAREZ, J., 1982, comunicación escrita). Las amígdalas son de formas redondeadas rellenas con minerales fibrosos (proba-

blemente actinolita), clorita y serpentina. Algunas amígdalas muestran pumpellyita; también se ven algunos minerales opacos, esparcidos en la matriz, que podrían corresponder a óxidos de hierro; como inclusiones en los fenocristales de olivino se ven unos minerales de color pardo que pueden ser espinelas.

**3.4.2.1. Textura.-** Como se dijo antes, estas rocas exhiben una textura amigdalal, porfirítica y matriz afanítica microcristalina, donde se ven, en parte, texturas arborescentes. En las picritas puede observarse olivino y clinopiroxeno con textura microspínifex (Véase Apéndice No. 1, fotografías 4 a 10).

## 4. ANALISIS DE LABORATORIO

### 4.1. ANALISIS DE RAYOS X

Se estudiaron dos lavas de El Encenillo con el fin de detectar la presencia de plagioclasa. Una respuesta arrojó contenido bajo de este mineral y la otra no dió resultados. El laboratorio observa que: "estas muestras presentan una señal de fondo alto y las señales de los minerales con poca intensidad, lo que podría inducir la presencia de materiales amorfos o contenido de Fe relativamente alto". Se cree que lo anterior se debe al contenido alto de hierro en la roca.

### 4.2. ANALISIS QUIMICOS DE ELEMENTOS MAYORES

En la Tabla 1 se compara la composición química de una lava ultramáfica de El Encenillo, determinada en el laboratorio químico de INGEOMINAS Bogotá, con la de otros similares, presentadas en trabajos de las áreas de Munro Township (Ontario) y la Isla Gorgona en Colombia.

Nuestra lava tiene un contenido de MgO de 24,53 %, CaO de 4,48 %,  $Al_2O_3$  de 6,16 %,  $SiO_2$  de 40,50 % y la relación  $CaO/Al_2O_3 = 0,73$ .

En la última conferencia de Penrose (ARNDT & BROOKS, 1980) se da la definición

de komatiitas, así: "Una komatiita está definida simplemente como una roca volcánica ultramáfica o más específicamente como una roca volcánica que contiene 13 % de MgO. La lava de El Encenillo podría definirse como una komatiita.

La Tabla 2, muestra análisis químicos de los elementos mayores, trazas y un cálculo mineralógico teórico, según la Norma CIPW, de 4 muestras de roca de El Encenillo, colectadas por la Dra. Piera Spadea de la Universidad de Udine (Italia). Los análisis fueron hechos en los laboratorios de dicha universidad.

TAB. 1: Análisis de elementos mayores de lava ultramáfica de El Encenillo y rocas similares.

|                                | 1     | 2      | 3     | 4     |
|--------------------------------|-------|--------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 40,50 | 39,30  | 41,00 | 46,30 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6,16  | 5,91   | 5,54  | 12,24 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13,80 | 3,68   | 3,46  | N     |
| FeO                            | 6,79  | 3,31   | 6,16  | 11,10 |
| MgO                            | 24,53 | 33,90  | 32,00 | 17,63 |
| CaO                            | 4,48  | 2,58   | 4,21  | 10,36 |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,12  | 0,20   | 0,28  | 1,21  |
| K <sub>2</sub> O               | 0,22  | 0,12   | 0,07  | 0,025 |
| TiO <sub>2</sub>               | 1,31  | 0,17   | 0,21  | 0,65  |
| MnO                            | 0,23  | 0,10   | 0,13  | 0,19  |
| H <sub>2</sub> O <sub>t</sub>  | N     | 9,23   | 5,47  | N     |
| H <sub>2</sub> O <sub>-</sub>  | N     | 1,06   | 0,73  | N     |
| CO <sub>2</sub>                | N     | 0,31   | 0,42  | N     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,59  | 0,03   | 0,01  | N     |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | N     | 0,29   | 0,38  | N     |
| Humedad: ; (O-105° C 1,15)     |       |        |       |       |
|                                | 98,73 | 100,19 | 99,71 | 99,71 |

Columna 1: Roca ultramáfica de El Encenillo.

Columnas 2 y 3: Komatiita del área de Munro Township, Ontario (Tomado de PYKE *et al*, 1973).

Columna 4: Promedio de siete análisis de komatiitas de la Isla Gorgona (Tomado de ECHEVERRIA, 1980).

TAB. 2: Análisis de laboratorio de 4 muestras de roca del área de El Encenillo-Timbó (Cauca).

|                                | TIPO DE ROCA Y NUMERO DE MUESTRA: |                   |                   |                 |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
|                                | WEH<br>COL. 2 A 1                 | PIC<br>COL. 3 A 1 | BAS<br>COL. 3 A 2 | HYAL<br>COL 5 A |
| SiO <sub>2</sub>               | 39,21                             | 40,51             | 47,75             | 42,54           |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,84                              | 1,37              | 1,71              | 2,05            |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,35                              | 6,64              | 9,60              | 12,46           |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,70                              | 4,38              | 2,29              | 5,39            |
| FeO                            | 8,48                              | 7,58              | 5,51              | 5,10            |
| MnO                            | 0,17                              | 0,20              | 0,17              | 0,15            |
| MgO                            | 29,96                             | 21,61             | 10,34             | 10,34           |
| CaO                            | 3,61                              | 6,35              | 11,22             | 9,35            |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,00                              | 6,00              | 2,32              | 1,96            |
| K <sub>2</sub> O               | 0,15                              | 0,03              | 0,75              | 0,07            |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,10                              | 0,17              | 0,24              | 0,30            |
| H <sub>2</sub> O               | 8,39                              | 10,56             | 8,02              | 0,81            |
| Total                          | 99,96                             | 99,40             | 99,92             | 99,52           |

Continúa:

Elementos Trazo  
(ppm)

|    |      |      |     |     |
|----|------|------|-----|-----|
| Zr | 53   | 89   | 107 | 142 |
| Nb | 8    | 12   | 16  | 19  |
| Sc | 15   | 16   | 24  | 28  |
| Y  | 8    | 13   | 15  | 18  |
| Rb | 7    | 6    | 10  | 5   |
| Sr | 83   | 82   | 229 | 380 |
| Ba | na   | na   | na  | na  |
| Cr | 1760 | 1386 | 449 | 526 |
| Ni | 1420 | 705  | 224 | 320 |
| U  | 120  | 149  | 208 | 215 |
| Cu | 32   | 61   | 35  | 61  |

Norma CIPW (Calculada sobre una base seca con normalización  $F_2O_3/FeO$ ; razón = 0,15).

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| Or    | 0,97  | 0,20  | 4,82  | 0,46  |
| Ab    |       |       | 21,36 | 18,49 |
| An    | 12,48 | 20,29 | 14,76 | 27,86 |
| Ne    |       |       |       |       |
| Di    | 4,95  | 10,83 | 34,33 | 16,86 |
| En    | 4,53  | 20,48 | 2,31  | 2,44  |
| Fs    | 19,77 | 17,44 | 9,70  | 13,27 |
| Fo    | 52,32 | 24,58 | 6,87  | 12,93 |
| Fa    |       |       |       |       |
| Mt    | 2,66  | 2,49  | 1,58  | 2,13  |
| Il    | 1,74  | 2,93  | 3,53  | 4,34  |
| Ap    | 0,26  | 0,45  | 0,62  | 0,79  |
| Total | 99,88 | 99,69 | 99,88 | 99,57 |

WEH = Wehrlita

PIC = Picrita

BAS = Basalto

HYAL = Hyaloclastita

## 5. TECTONICA

Como se dijo antes, en el área se presentan fallas inversas imbricadas que buzanan unos 45 a 60° al oeste. Estas estructuras pertenecen al Sistema de Fallas de Romeral, el cual sirve de límite entre rocas de afinidad oceánica del dominio Nazca contra rocas de afinidad continental (ESTRADA, 1972; DUQUE, 1977, 1979). Es importante anotar que en otros sitios los planos de falla buzanan al oriente, lo cual nos estaría indicando que se trata de planos plegados.

### 5.1. MEZCLA ("Melange")

Con base en las observaciones de campo se han definido en El Encenillo zonas tí-

picas de "Melange", en el sentido de la Conferencia de Penrose (SILVER and BEUTHER, 1980). Por ejemplo, en la quebrada La Playa y sobre la carretera aparece una zona de bloques, cuyos diámetros promedio no sobrepasan el metro, de diferentes litologías y edades (esquistos, cuarcitas, tobas, brechas y rocas verdes) envueltas en una matriz serpentínica completamente deformada. También al oriente de la carretera y un poco al sur de la quebrada, existen bloques de rocas verdes (tobas, brechas, diabasas) que parecen estar envueltos en una matriz esquistosa carbonácea. En otros sitios los bloques son de tamaños mayores (10 a 100 m) pero no se observa matriz envolvente. Esta última característica sumada a las enumeradas arriba, hablan en favor de que en un sentido general el área de El Encenillo es una zona de "Melange".

## 6. CONCLUSIONES

Las características mineralógicas químicas y texturales definen la ultramafita de El Encenillo como lavas picríticas.

Las estructuras parecidas a almohadillas observadas en una de estas rocas y su asociación a las lavas básicas almohadilladas indican que fueron flujos submarinos.

Los cambios mineralógicos y texturales observados en la wehrlita indican una cristalización acelerada, debido al enfriamiento diferencial más o menos rápido; posiblemente la wehrlita represente la base de un flujo ultramáfico.

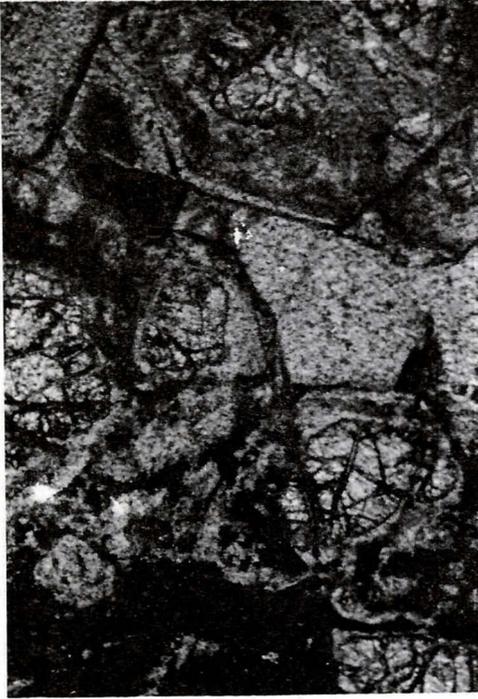
## 7. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Jairo Alvarez A. quien hizo los análisis de rayos X. También queremos agradecer los comentarios y discusiones petrográficas que nos hicieron los geólogos Piera Spadea y Alvaro Pablo Acevedo.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, J., 1979.- *Geología de la Cordillera Central de Colombia y el Occidente Colombiano y Petroquímica de los Intrusivos Granitoides Mesó-Cenozoicos*. Tesis de doctorado, Universidad de Chile. 1-359. Santiago de Chile.
- ARNDT, N.T. and BROOKS, C., 1980.- *Penrose Conference Report: Komatiites*. *Geology*, V. 8, 155 - 156.
- BARRERO, D., 1979.- *Geology of the Central Western Cordillera, West of Buga and Roldanillo, Colombia*. *Publ. Geol. Esp. Ingeominas*, 1-75.
- DUQUE, H., 1977.- *Major Structural Elements and Evolution of North Western Colombia*. *Ingeominas*, 1-33 p.
- ECHEVERRIA, M.L., 1980.- *Tertiary of Mesozoic komatiites from Gorgona Island Colombia: Field Relations and Geochemistry*. *Contrib. Mineral Petrology*, 73 : 253-266.
- ESPINOSA, B., A., 1980.- *Sur les roches basiques et ultrabasiques des Patia, Cordillere Occidentale des Andes Colombiennes: Etude geologique et petrographique*. These de Doctorat No. 1970, Université de Geneve. Imprimeries Nationale. 1-324 Geneve.
- ESTRADA, A., 1972.- *Geology and plate Tectonics History of the Colombian Andes*. Thesis Msc., 1-115, Stanford University.
- JARAMILLO, J.M., 1976.- *Volcanic rocks of the Río Cauca Valley, Colombia*. S.A. Thesis Msc., 1-45. Rice University, Houston.
- NELSON, W., 1962.- *Contribución al conocimiento de la Cordillera Central de Colombia sección entre Ibagué y Armenia*. *Bol. Geol.*, Vol. X (1-3), pp. 161-202. *Serv. Geol. Nal. Bogotá*.
- NUÑEZ, A. y MURILLO, A., 1978.- *Esquistos de glaucofano en el Municipio de Pijao, Quindío (Colombia)*. II Cong. Col. de Geol. 1-8. Bogotá.
- ORREGO, A., CEPEDA, H. y RODRIGUEZ, G., 1980.- *Esquistos glaucofánicos en el área de Jambaló, Cauca (Colombia)*. *Geol. Norandina*. 1: 5-10. Bogotá.
- ORREGO, A. y MARIN, P., 1981.- *Problemas geológicos de la carretera Panamericana en el tramo Timbio-Rosas y alrededores de La Sierra, Departamento del Cauca*. *Revista CIAF*, Vol. 6, (1-3), 373-390. Bogotá.
- PYKE, D., R., et al., 1973.- *Archean ultramafic flows in Munro Township, Ontario*. *Geol. Soc. Am. Bull.* 84: 955-978.
- SILVER, E. and BEUTHEN, 1980.- *Penrose Conference Report: Melanges*. *Geology*, V. 8: 32-34.

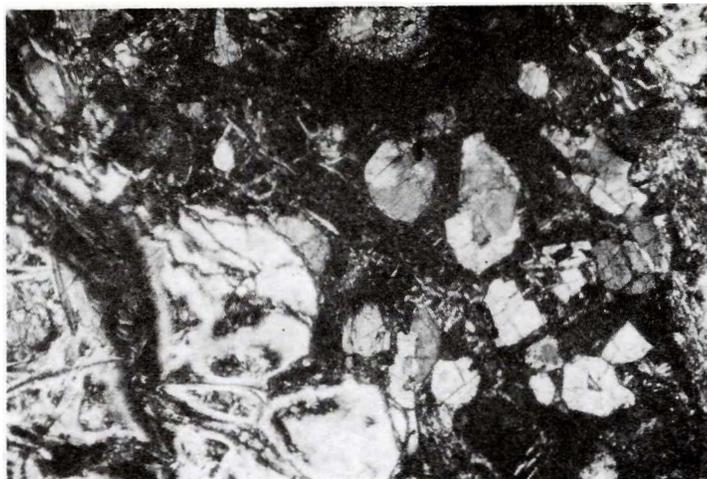
APENDICE 1  
(Microfotografías).



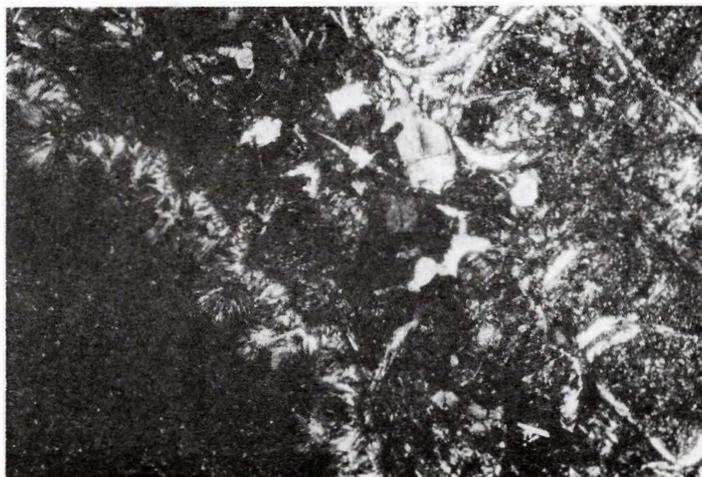
MICROFOTOGRAFIA 1 (8X): Wehrlita (olivino, clinopiroxeno, plagioclasa y minerales opacos). Nótese la textura equigranular.



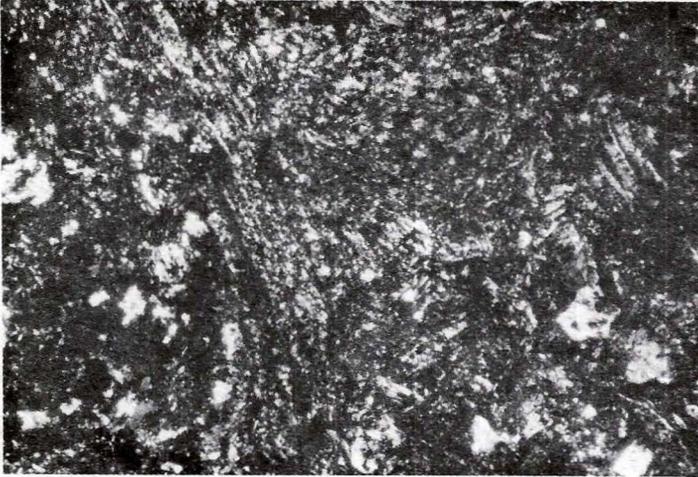
MICROFOTOGRAFIA 2 (8X): Wehrlita. El olivino está serpentinizado.



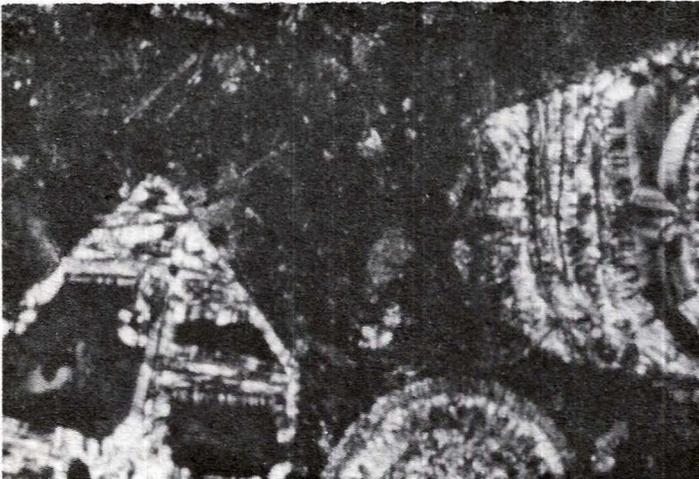
MICROFOTOGRAFIA 3. (8X): Wehrlita. Nótese la matriz o mesostasis de grano fino, compuesta de clinopiroxeno, olivino, minerales opacos y plagioclasa, que involucra cristales de tamaño grueso



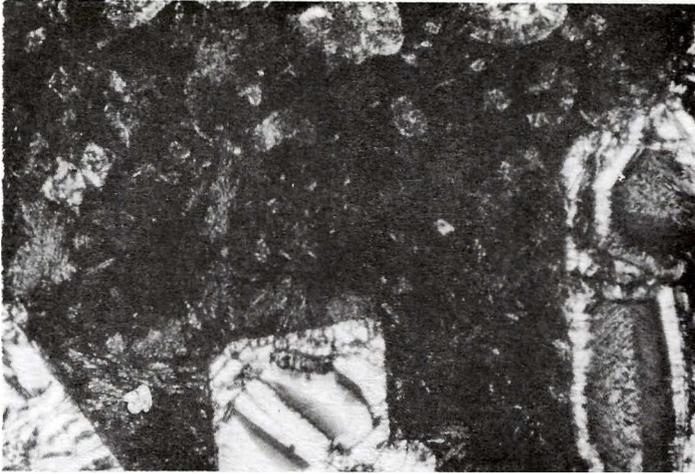
MICROFOTOGRAFIA 4. (8X): Wehrlita. Nótese parte de una amígdala. La roca presenta textura porfirítica compuesta por mesostasis y fenocristales de tamaño grueso.



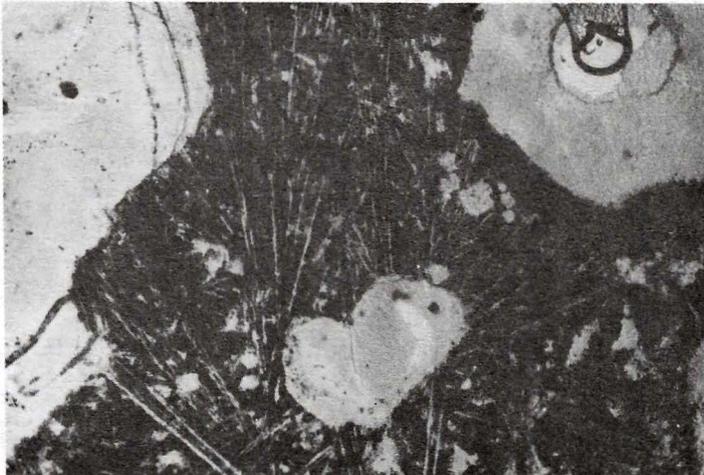
MICROFOTOGRAFIA 5. (8X): Picrita. Detalle de la matriz de la roca, que muestra cristales de olivino serpentizado y cristales esqueléticos de clinopiroxeno.



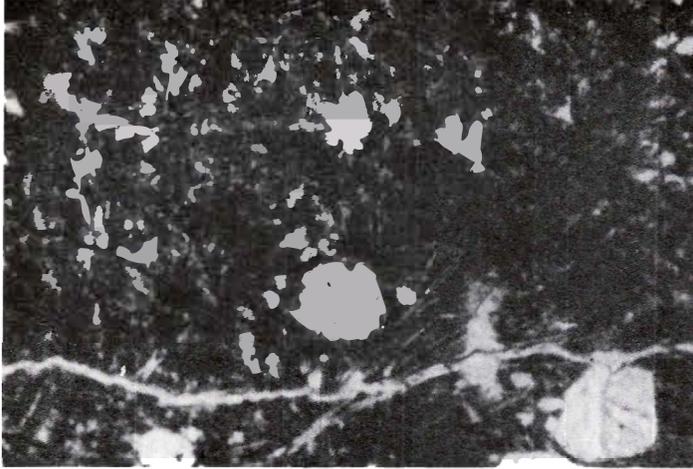
MICROFOTOGRAFIA 6. (8X): Picrita. Nótese fenocristales de olivino serpentizado y parte de una amígdala. La matriz está compuesta por olivino serpentizado y cristales esqueléticos de clinopiroxeno.



MICROFOTOGRAFIA 7. (8X): Picrita. Nótese la textura porfírica.



MICROFOTOGRAFIA 8. (8X): Picrita. Nótese los cristales de olivino aciculares y serpentinizados de la matriz.



MICROFOTOGRAFIA 9. (8X): Picrita. Nótese la matriz que se compone de cristales aciculares de olivino serpentizado entrelazado con cristales esqueléticos de clinopiroxeno.



MICROFOTOGRAFIA 10. (8X): Picrita. Nótese la textura amigdalal.