

# **ESTUDIO MINERALÓGICO Y MORFOMÉTRICO DE LOS MINERALES PESADOS DEL RÍO ARO. IMPLICACIONES METALOGENÉTICAS.**

Rosana Pérez, Luis Carrera, William Boggio,  
Roberto Díaz y María Sampol.

Cita:

Rosana Pérez, Luis Carrera, William Boggio, Roberto Díaz y María Sampol (2011). *ESTUDIO MINERALÓGICO Y MORFOMÉTRICO DE LOS MINERALES PESADOS DEL RÍO ARO. IMPLICACIONES METALOGENÉTICAS. GEOCIENCIAS. Sociedad Cubana de Geología, Habana.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/rosana.perez/6>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/poep/Gok>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.  
Para ver una copia de esta licencia, visite  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

*Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.*

# ESTUDIO MINERALÓGICO Y MORFOMÉTRICO DE LOS MINERALES PESADOS DEL RÍO ARO. IMPLICACIONES METALOGENÉTICAS.

*Rosana Pérez Díaz<sup>(1)</sup>, Roberto, Díaz Martínez<sup>(2)</sup>, Luis Carrera Figueroa<sup>(1)</sup>, William Boggio Marcano<sup>(1)</sup>; María Sampol González*

(1) Instituto Universitario de Tecnología del Estado Bolívar-Venezuela (2) Instituto superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba. Email: [rosanam\\_perez@hotmail.com](mailto:rosanam_perez@hotmail.com)

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar la composición mineralógica de los sedimentos aluviales de los ríos La Piña, Caño del Medio, La Lajita y El Aro en su parte media, mediante la aplicación de métodos mineralógicos de los concentrados pesados, con el fin de esclarecer las potencialidades metalogenéticas del área de estudio.

En el trabajo se demuestra que la técnica de prospección mineralométricas tal como ha sido empleada constituye una importante herramienta para la búsqueda, no solo de yacimientos de placeres, sino de las fuentes primarias de los minerales pesados de estos depósitos.

Se concluye que de la separación granulométrica a 19 muestras, la fracción con mas contenido de sedimentos en todas las cuencas analizadas es la de <0,5 >0.1 mm, correspondiendo a arenas de grano medio a fino.

Los principales minerales pesados de interés económico son: ilmenita, circón, apatito, epidoto, diamante, rutilo, leucoxeno, columbita, torianita y xenotima, éstos poseen aristas muy angulosas con morfología de granos discoidales, esferoidales y tabulares, lo que indica poco transporte.

Palabras claves: Sedimentos, Concentrados Pesados y Río Aro.

## ABSTRACT

The present investigation has as principal objective, to determine the mineralogical composition of the alluvial sediments of the rivers La Piña, Caño del Medio, La Lajita and El Aro in his average part, by means of the application of mineralogical methods of the heavy concentrates, in order to clarify the metalogenic potentials of the area of study. In the present work shows that the technology of mineralometric exploration, as it has been used constitutes an important tool for the search, not only for placer deposits, but of the primary sources of the heavy minerals of these deposits.

One concludes that from the granulometric separation to 19 samples, the fraction with night concentration of sediments in all the analyzed streams is that of <0,5 0.1> mm, corresponding to sands of medium grain to veri fine. The principal heavy minerals of economic interest are: ilmenita, circón, apatito, epidoto, diamond, rutile, leucoxeno, columbite, torianite and xenotime, these contain edges very sharo with morphology of disc-shaped, spheroidal and plate which means very slow transportation.

Key words: Sediments, Heavy Concentrates and Rio Aro.

## INTRODUCCIÓN

Las aureolas secundarias y flujos de dispersión comprenden todo un complejo de productos que surgen durante la destrucción de los yacimientos primarios o sus aureolas primarias de dispersión (Lepin y Ariosa, 1981). Los minerales accesorios están contenidos en las rocas ígneas en proporciones del 2 al 5 % aproximadamente y una vez que las rocas son destruidas bien por los procesos de intemperismo o por la acción de las aguas fluviales se forman flujos mecánicos de dispersión mineralógicos.

Los flujos aluviales mineralógicos, o de concentrados pesados, desempeñan un papel de suma importancia durante la búsqueda de minerales útiles pesados y resistentes tales como: oro, platino y platinoides, casiterita, wolframita, sheelita, rutilo, ilmenita, circón, monacita, tantalita, columbita, diamante, cromita, cinabrio, magnetita, hematita, pirolusita, barita, topacio, corindón y algunos otros

(Lepin y Ariosa, 1981).

La constitución geológica del estado Bolívar es sumamente variada y compleja, con un potencial minero caracterizado por la presencia de grandes yacimientos de hierro, manganeso, aluminio, oro y diamante. Otros recursos minerales que entran en la categoría de estratégicos aun sin evaluar son los de titanio, niobio y tantalio, tierras raras y elementos radioactivos.

El área de estudio se enmarca dentro de los límites del Complejo de Imataca, bloque de edad Arqueozoica caracterizado por su complejidad estructural y alto grado de metamorfismo, que va desde las facies de la anfíbolita hasta las facies granulíticas de dos piroxenos (Mendoza, 2000).

El área de estudio corresponde a una porción de la cuenca del río Aro, geológicamente está constituida por rocas ígneas y metamórficas del Precámbrico; pertenecientes a la Provincia de Imataca y Pastora (Fig 1).

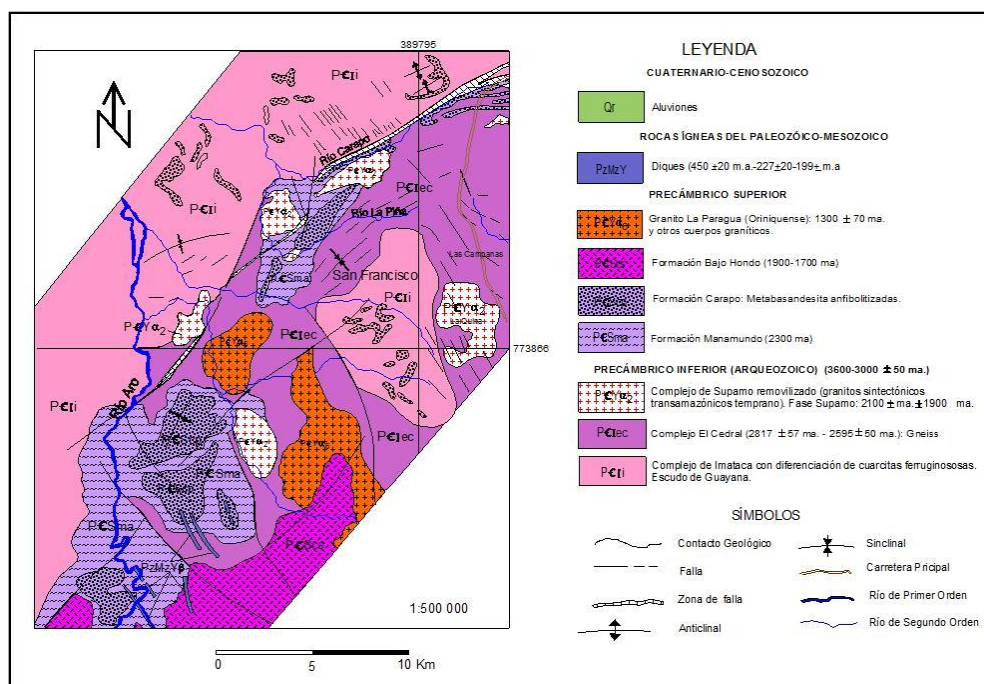


Figura 1 Mapa Geológico del área de estudio (Ministerio de Minas e Hidrocarburos, 1976)

En función de lo observado en el mapa geológico regional elaborado por el Ministerio de Minas e Hidrocarburos del año 1967, el área de estudio está conformada por las unidades siguientes: Complejo de Imataca y El Cedral, Formación Carapo, Complejo de Supamo, Formación Bajo Hondo, Granito La Paragua, diques y aluviones

## MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de esta investigación, se ejecutó de acuerdo a una planificación pautada para tres (3) fases de trabajo:

Trabajo de Gabinete: Consistió en una revisión bibliográfica realizada mediante tesis de grado (Marval, 1970; Martín, 1974; Ascanio, 1975; Rodríguez, 1984; Torres, 1984; Menéndez, 1992; Menéndez, 1994; Arias, 1994 y Torres, 1997), informes de avance de CVG TECMIN, 1968, consultas en World Wide Web, así como también en bibliotecas de las instituciones públicas: Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB), Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN), revisión de mapa geológico de la hoja NB 20-2 de CVG TECMIN a escala 1:250000, mapa geológico del Ministerio de

Minas e Hidrocarburos (1976), a escala 1:500000 y mapa geológico de Venezuela de Hackley, et. al (2005) a escala 1:1000000.

Trabajo de campo: se realizó dos salidas de campo para obtener las muestras de aluviones y visualizar las características geológicas *"in situ"*. La toma de muestras se realizó considerando los accidentes geomorfológicos más influyentes en la acumulación de los sedimentos aluviales. Se ubicaron los puntos de muestreo, anotando sus coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM), con un GPS Map Garmin modelo 60Csx.

Trabajo de Laboratorio: el primer procedimiento aplicado a cada una de las muestras corresponde al secado en una estufa marca Barnsted Thermoline modelo 56000c. Posteriormente fueron pesadas en una balanza OHAUS CORP de 0,001 gr de apreciación, luego la muestra fue embasada en sobres de papel etiquetados debidamente, para ser sometidas a separación granulométrica, magnética y en medios densos, todos estos ensayos se realizaron siguiendo los procedimientos del manual de Laboratorio de suelo en Ingeniería Civil, (Bowles, 1981).

También se realizó análisis mineralógico y morfométricos, mediante una lupa binocular Marca GS Visión de procedencia japonesa y patrones mineralógicos del Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN), atlas determinativos, diferentes manuales y tratados de mineralogía (Mottana et al., 1980 y Heinrich, 1970), y una lámpara ultravioleta para la identificación de minerales radiactivos que dan luminiscencia.

Lo correspondiente al análisis morfométrico, se utilizó un vernier electrónico marca Mitutoyo, paquímetro digital, apreciación 0,000 mm con el cual se realizaron cuidadosamente todas las mediciones (largo, ancho y grosor), estas mediciones permitieron calcular el Factor de Forma Corey (CSF) y el Índice de Aplastamiento (I.A).

## **RESULTADOS**

El área de estudio se enmarca dentro de los límites de la Parroquia San Francisco, situada al sur de Ciudad Bolívar, a unos 40 km al suroeste de Ciudad Piar. Su extensión superficial es de aproximadamente 300 km<sup>2</sup>. Limita al norte con el río Carapo, al sur y sureste con el nacimiento del río Aro y la parroquia La Paragua, y al oeste con el río Ariza. Se tomaron muestras de sedimentos aluviales de los cursos de agua siguientes: La Lajita, La Piña, Caño del Medio, Caño Blanco y un sector del río Aro; todos ellos afluentes del Aro (Fig. 2).

### **Rasgos geológicos locales**

El área de estudio se caracteriza por presentar una compleja geología, debido al bajo grado de estudio geológico, la roca predominante son metasomatitas alcalinas, sienitas hipoabisales, granitos gneis y gneises, todas ellas remobilizadas durante la orogénesis transamazónica un rasgo característico de esta litología lo constituye sin lugar a duda el metasomatismo sódico potásico producido por la penetración de cuerpos graníticos tardíos sintectónicos en las proximidades y a todo lo largo de la falla de Guri.

Desde ciudad Piar hasta La Quina se observan cambios litológicos que van desde granitos gneis y gneis con foliación aproximadamente N60°W (cerca de ciudad Piar) hasta granitos *"sensu stricto"*. En este sector afloran rocas metasomáticas constituidas esencialmente por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa; estas metasomatitas guardan relación genética con mineralizaciones de tierras raras y elementos radiactivos, como las observadas en el Cerro del Dique donde fue comprobado por aerospectrometría anomalías de uranio, torio y potasio.

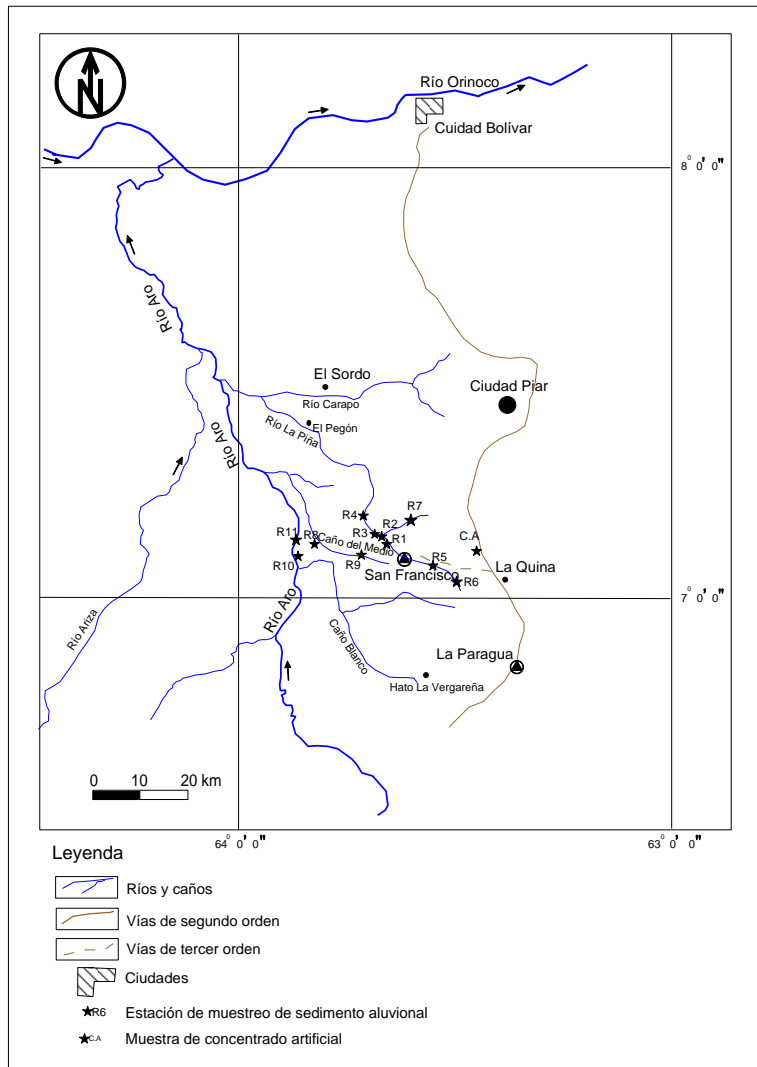


Figura 2. Esquema de ubicación geográfica del área de estudio y muestras (modificado del mapa geológico escala 1:100 000 del estado Bolívar).

Desde la Quina hasta la parroquia de San Francisco afloran gneis, granitos y migmatitas con diferente grado de metasomatismo, un rasgo significativo en esta área desde el punto de vista litológico lo constituye el reconocimiento por primera vez de sienitas de grano muy fino (subóptica) evidenciando un origen hipoabisal, estas rocas tienen importancia desde el punto de vista metalogenético ya que una vez sometidas a intensos procesos de meteorización dan origen a extensas cortezas lateríticas, a ellas se pueden asociar mineralizaciones de tierras raras, especialmente columbita tantalita. Minerales de estos elementos han sido reportados en los concentrados pesados del río La Piña.

En las inmediaciones de la parroquia San Francisco y áreas ocupadas por las cuencas de los ríos La Piña, La Lajita, Caño del Medio y Aro fueron observadas y descritas por primera vez sienitas hipoabiales, no reportadas en estudios anteriores en la región; por tanto se recomienda realizar una revisión profunda de la geología de la hoja ciudad Piar a escala 1:500000 a fin de reinterpretar su constitución geológica.

Durante los trabajos de campo en los ríos La Piña, La Lajita, Caño del Medio y Aro, se pudo identificar afloramientos y depósitos aluviales dentro del cauce, éstos últimos se caracterizan por su color beige,

el tamaño del material varía de arena gruesa a muy fina y algunos fragmentos de roca, mientras que el material aluvial que se encuentra en el cauce del río Caño del Medio está constituido esencialmente por fragmentos de roca y arena media a fina.

El rumbo de los afloramientos y las diaclasas varía desde SE, NE y NW, mientras que el comportamiento de la foliación es homogéneo, presenta un rumbo NE el ángulo varía de 20° hasta 60°, coincidiendo ésta dirección con el dominio tectónico predominante en la Provincia de Imataca reportado por Mendoza, (2000), el cual es paralelo con la Falla de Guri. También se observan vetas cuyo rumbo predominante es SE y NE, escasamente NW.

Análisis petrográficos realizados a algunas muestras correspondientes a los afloramientos en los ríos La Piña, La Lajita Caño del Medio y Aro, indican la presencia de rocas tales como: granitos alcalinos, sienita hipoabisal granito milonitizado, metasomatita alcalina de tierras raras, metasomatita alcalina con epidotas de tierras raras y otros elementos de tierras raras.

### **Resultados del estudio granulométrico**

Los resultados obtenidos mediante la separación granulométrica aplicada a 19 muestras de sedimentos extraídos de los ríos La Piña, La Lajita, Caño del Medio y Aro, indican que el mayor contenido de sedimentos en cada una de las muestras corresponden con la malla N° 35 de diámetro  $<0,5>0,1\text{mm}$  con valores que oscilan entre 57, 66 hasta 84,54 %; coincidiendo este resultado con arenas de tamaño medio a fino de acuerdo a la clasificación de Wentworth, (1976) en Pettijohn, (1976).

### **Resultados de la separación magnética**

Los resultados obtenidos mediante la separación magnética aplicada a 19 muestras de sedimentos extraídos de los ríos La Piña, La Lajita, Caño del Medio y Aro, indican que el mayor contenido de minerales magnéticos de cada una de las muestras corresponden con la malla N° 35 de diámetro  $<0,5>0,1\text{mm}$ , por tanto, se concluye que las arenas de tamaño medio a fino de los ríos antes mencionados son las que tienen mayor contenido de minerales magnéticos.

### **Composición mineralógica de las muestras analizadas**

En la Tabla 1 se presentan los porcentajes de los minerales presentes en cada una de las muestras correspondientes al área de estudio, para realizar la descripción mineralógica se utilizó la clase granulométrica  $< 0,1\text{ mm}$ , debido a que se considera que esta malla es representativa del volumen total de la muestra.

#### **Río La Piña**

Los minerales presentes en los concentrados pesados del río La Piña, en abundancia decreciente son los siguientes: Ilmenita, circón, apatito, anfíbol, limonita, epidoto, granate, rutilo, diamante, leucoxeno y xenotima. En general los minerales son euhedrales, pocos son redondeados con bordes corroídos. Cabe destacar que se observan circones con zonación y procesos de metamictización, que se puede evidenciar con el oscurecimiento en los bordes del mineral (Fig. 3).

#### **Río La Lajita**

Los minerales presentes en los concentrados pesados del río La Lajita, en abundancia decreciente son los siguientes: Ilmenita, circón, epidoto limonita, apatito, granate y anfíbol. En general los minerales son euhedrales, pocos son redondeados con bordes corroídos. Cabe destacar que se observan circones con zonación y procesos de metamictización, iguales a los observados en los concentrados del río La Piña y también minerales de circón con núcleos redondeados de color naranja intenso (Fig. 4).

Tabla 1 Resumen de los contenidos mineralógicos (Frecuencia de aparición porcentual) de cada muestra

Muestras	Minerales												
	Ilmenita	Apatito	Limonita	Xenotima	Leucoxeno	Rutilo	Granate	Anfibol	Circón	Epidoto	Diamante	Torianita	Columbita
R1-a	55	0	2	0	1	0	4,5	3	31	3	0	0	0
R1-b	65	2	2	0	0	0	5	2	20	2	0	0	0
R1-c	75	20	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0
R2-a	61	5	2	0	1	0	0	5	21	3	0	0	0
R2-b	50	4	5	0	0	0	0	30	10	0	0	0	0
R2-c	78	20	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
R3	55	13	3	0	1	0	0	0	25	3	0	0	0
R4	63	12	3	0	0	1	5	1	12	3	0	0	0
R5	54	5	5	0	0	0	5	10	15	5	0	0	0
R6-a	56	15	10	1	0	3	0	4	6	5	0	0	0
R6-b	50	19	10	0	0	3	0	8	7	3	0	0	0
R7	57	5	5	0	0	0	5	3	19	5	0	0	0
R8	62	10	25	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
R9	59	11	5	0	0	1	0	5	12	5	0	0	0
R10	63	25	0	0	0	1	0	9	0	2	0	0	0
R11-a	64	10	0	0	0	1	0	3	14	5	3	0	0
R11-b	73	5	5	0	0	2	0	3	10	2	0	0	0
R11-c	68	3	5	0	0	1	0	5	15	3	0	0	0
R11-d	60	4	0	0	0	2	0	4	26	4	0	0	0
CA	0	4	0	15	0	0	0	0	25	50	0	5	0,5

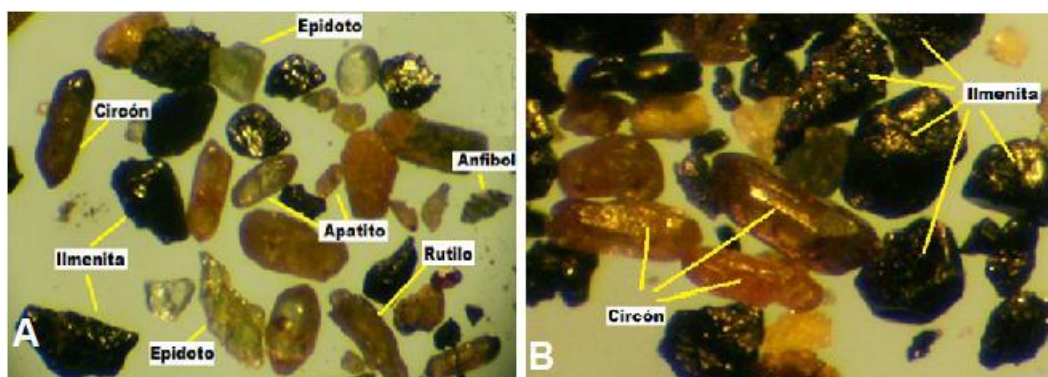


Figura 3 Microfotografía de concentrado pesado del río La Piña en la que se observan, A) Circones, ilmenita epidoto, anfíbol, apatito y rutilo, B) Circones normales y uno con metamictización e ilmenita. Aumento de 10X

### Río Caño del Medio

Los minerales presentes en los concentrados pesados del río Caño del Medio, en abundancia decreciente son los siguientes: Ilmenita, apatito, circón, limonita anfíbol epidoto y rutilo. En general los minerales son euhedrales, pocos son redondeados con bordes corroídos. Cabe destacar que se observan con inclusiones paralelas al eje c (Fig. 5).

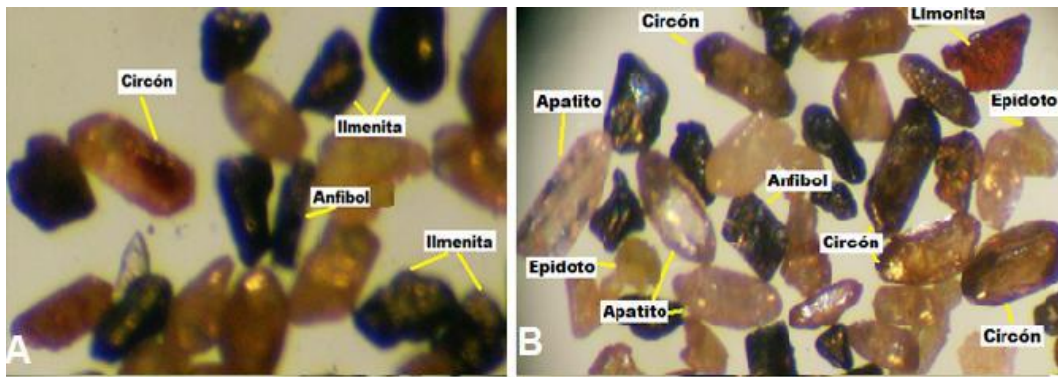


Figura 4 Microfotografía de concentrado pesado del río La Lajita, en la que se observa: A) Circón con núcleo redondeado B) Ilmenita, epidoto, anfíbol y apatito Aumento de 10X.

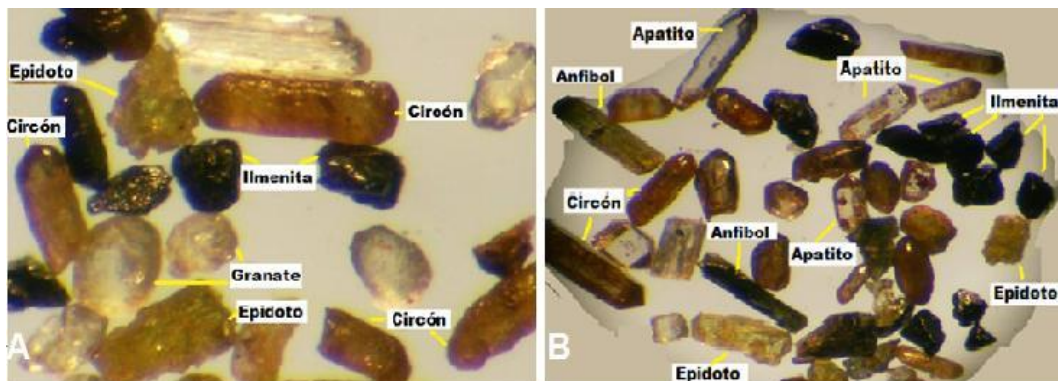


Figura 5 Microfotografía de concentrado pesado del río Caño del Medio, en la que se observa: A) Ilmenita, circón, epidoto y granate. B) Apatito con inclusiones en el eje c y anfíbol. Aumento de 10X

### Río Aro

Los minerales presentes en los concentrados pesados del río Aro, en abundancia decreciente son los siguientes: Ilmenita, circón, apatito anfíbol epidoto limonita, rutilo y diamante. En general los minerales son euhedrales, pocos son redondeados con bordes corroídos (Fig. 6)

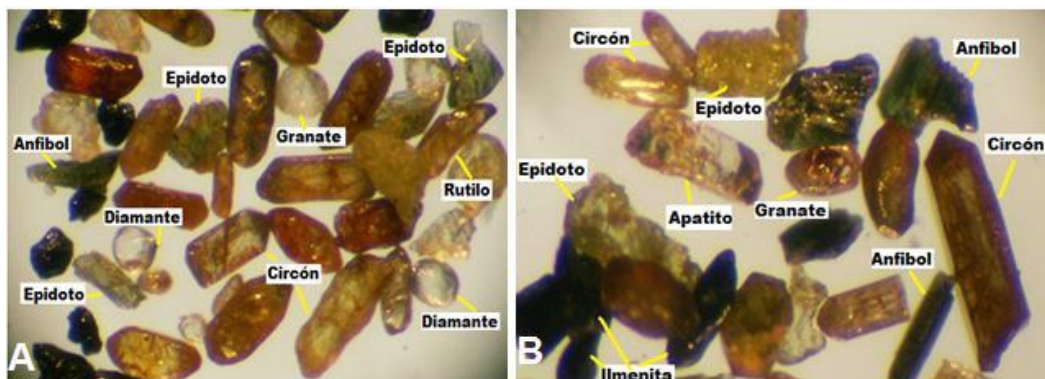


Figura 6 Microfotografía de concentrado pesado del río Aro, en la que se observan: A)Circón con microfracturas y núcleo redondeado, anfíbol, epidoto, granate, rutilo y diamante. B)Ilmenita. Aumento de 10X.

### Concentrado Artificial (CA).

Los minerales presentes en los concentrados pesados de la muestra CA, en abundancia decreciente son los siguientes: epidoto, circón, xenotima (Fig. 7), torearita, (Fig. 8) y apatito. En general los



minerales son euhedrales, pocos son redondeados con bordes corroídos. Algunos epidotos presentan inclusiones, posiblemente de magnetita, la xenotima y torearita presentan luminiscencia.

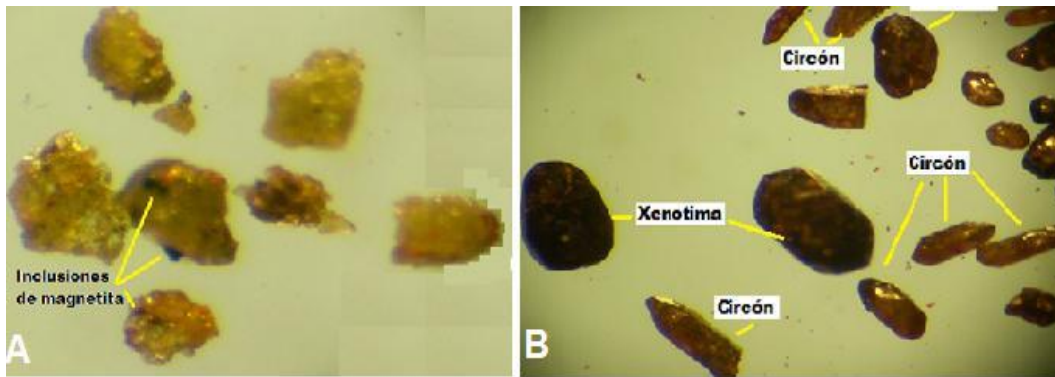


Figura 7 Microfotografía de concentrado pesado de la muestra C.A, en la que se observa: A) Epidoto, de forma irregular con bordes corroídos e inclusiones de un mineral oscuro, posiblemente magnetita. B) Circón y xenotima Aumento de 10X.

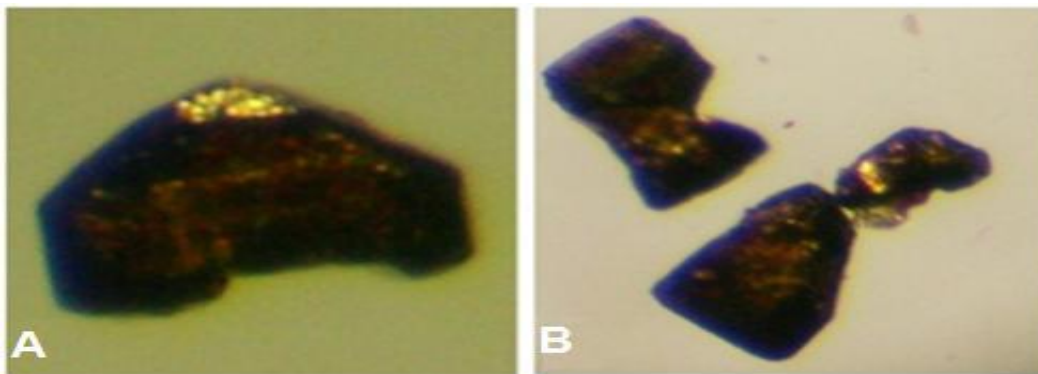


Figura 8 Microfotografía de concentrado pesado de la muestra .C.A, en la que se observa: A) Columbita B) Torianita. Aumento de 10X.

Como resultado de los análisis mineralógicos de los concentrados pesados, en cada uno de los ríos analizados (La Piña, La Lajita, Caño del Medio y Aro), se concluye que los principales minerales pesados de interés económico e indicadores de mineralizaciones primarias en el área de estudio son: ilmenita, circón, apatito, epidoto, diamante, rutilo, leucoxeno, columbita, xenotima y torianita.

### Estudio morfológico de los minerales pesados

Los estudios morfológicos realizados a los concentrados pesados correspondientes a los ríos: La Piña, La Lajita, Caño del Medio y Aro, indican una homogeneidad en cuanto a la angulosidad de cada una de las cuencas en estudio, que se puede verificar con los porcentajes obtenidos para los parámetros: anguloso, subanguloso y subredondeado, en el cual se cumple que el mayor porcentaje lo obtuvo los granos angulosos, seguido de los subangulosos y subredondeados.

### Caracterización morfométrica de los minerales pesados

El índice de aplastamiento (IA) se comporta por debajo de la unidad (Fig. 9-a, b, c y d), mientras que el factor de forma Corey (CSF) refleja poco transporte de los granos minerales y en consecuencia las fuentes primarias de los minerales pesados se encuentran próximo a los puntos de toma de muestras. El diagrama de Zingg (Fig. 10-a, b, c y d) muestra que las partículas minerales de los ríos La Piña, La Lajita, Caño del Medio y Aro tienen formas predominantes discoidales y en menor medida esferoidales y tabulares

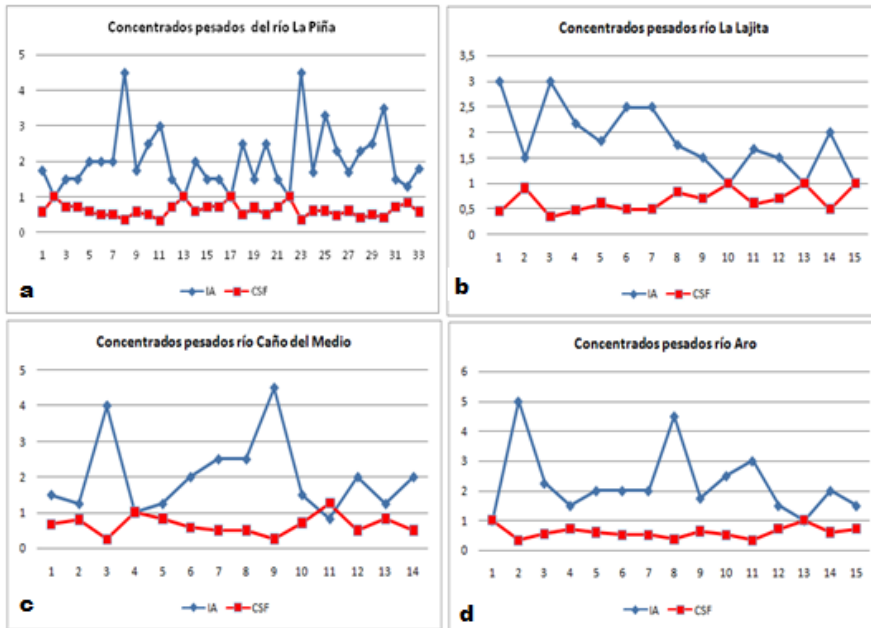


Figura.9 Diagrama de distribución del IA y el CSF de los concentrados pesados de los ríos: a.-La Piña, b.- La Lajita, c.-Caño del Medio y d.-Aro

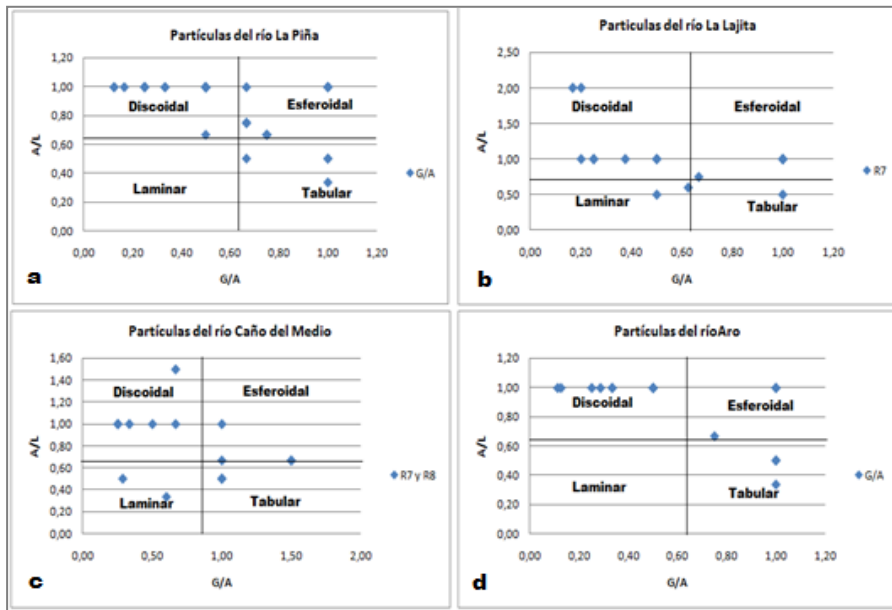


Figura 10. Diagrama de clasificación morfológica (Según Zingg., 1985) de las partículas en los sedimentos fluviales de los ríos: a.-La Piña, b.- La Lajita, c.-Caño del Medio y d.-Aro

## Interpretación de mapas de flujos mineralógicos

Teniendo en consideración que la abundancia de sedimentos gravo-arenoso, areno-gravoso y arenosos son escasos en todos los cursos de agua analizados, predominando grandes bloques y afloramientos de rocas frescas en el lecho de los ríos se descarta cualquier posibilidad de encontrar áreas perspectivas para la exploración y prospección de placeres. Por tanto, los flujos mineralógicos han aportado valiosas informaciones sobre la composición mineralógica de las rocas ígneas aflorantes en el sector de estudio. Del análisis e interpretación de los flujos mineralógicos (Fig. 11) se destacan los siguientes aspectos:

Flujo mineralógico del río La Piña, este río reveló la existencia de minerales tales como ilmenita, circón, apatito, rutilo, xenotima, leucoxeno y epidoto. La presencia de circón y xenotima le imprimen a este flujo mineralógico un incuestionable valor prospectivo para la búsqueda de mineralizaciones primarias radiactivas, toda vez que hacia la cabecera de esta cuenca un concentrado artificial de roca reportó valores altos de columbita, torianita y xenotima. La roca es una Metasomatita alcalina de tierras raras y minerales radiactivos.

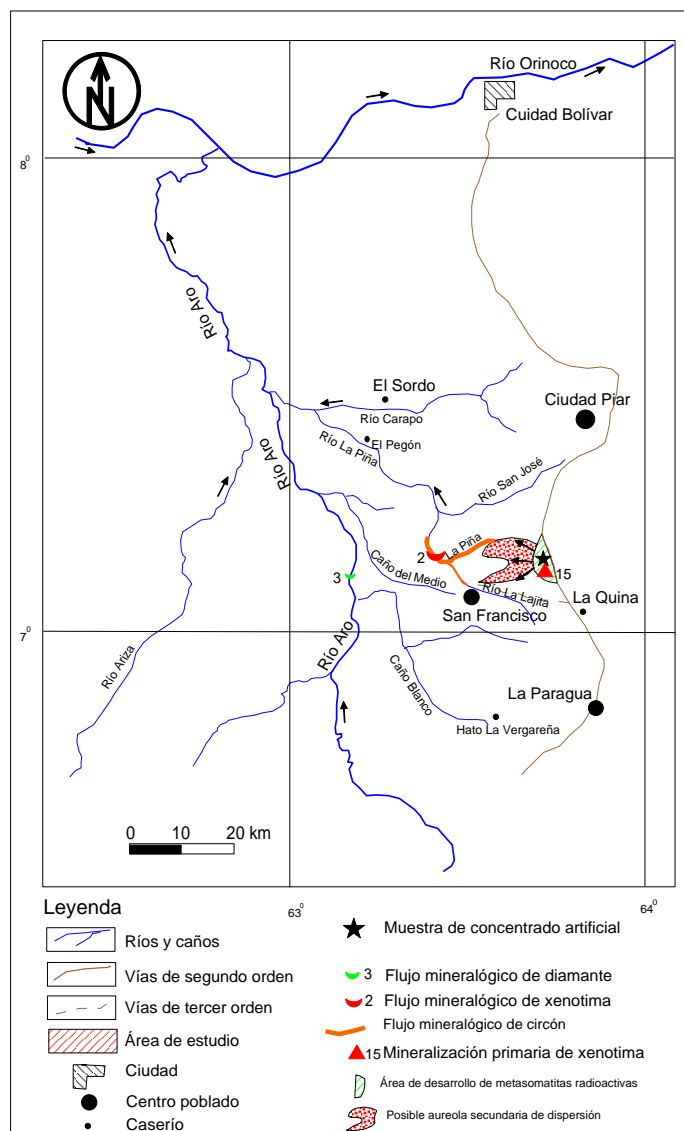


Figura 11 Mapa de flujos mineralógicos en el área de estudio.

Flujo mineralógico del río La Lajita, este río está constituido principalmente por ilmenita, apatito, granate, circón y epidoto. La abundancia de estos minerales le imprimen un bajo valor prospectivo para la búsqueda de mineralizaciones primarias de interés con excepción de la ilmenita que posee una frecuencia de aparición del 57 %.

Flujo mineralógico del río Caño del Medio, este río posee un comportamiento similar al del río La Lajita cuya importancia se le atribuye única y exclusivamente a la ilmenita.

Flujo mineralógico del río Aro, el flujo mineralógico de la parte media de la cuenca del río Aro se caracteriza por contener abundante ilmenita (por encima del 60%), circón (entre 10-26%), apatito (entre un 3-25%) y diamante (3%). El hecho más significativo de este flujo mineralógico lo constituye sin lugar a duda la presencia de diamante como indicador de cuerpos de composición ultrabásica en la parte alta de este río, para lo cual recomendamos estudios de cartografía geológica posteriores en la parte alta del río Aro, con el fin de revelar cuerpos de kimberlitas y lamproitas diamantíferas.

## **CONCLUSIONES**

Como resultado de la separación granulométrica de las muestras analizadas, se concluye que la fracción o clase granulométrica más representativa en todas las cuencas analizadas es la de  $<0,5 >0.1$  mm, con valores que oscilan entre 57, 66 hasta 84,54 %; por tanto, según la clasificación de Wentworth, (1.976), las arenas son de grano medio a fino.

El mayor contenido de minerales magnéticos de cada una de las muestras corresponden con la malla N° 35 de diámetro  $<0,5 >0,1$ mm, por tanto, se concluye que las arenas de tamaño medio a fino de los ríos antes mencionados son las que tienen mayor contenido de minerales magnéticos. Los principales minerales pesados de interés económico son: ilmenita, circón, apatito, epidoto, diamante, rutilo, leucoxeno, columbita, torianita y xenotima.

Los granos minerales poseen aristas muy angulosas con morfología de granos discoidales, esféricas y tabulares. El IA y el CSF indican poco transporte de las partículas minerales.

Del análisis cuantitativo de los concentrados pesados se concluye que en el río La Piña existe un flujo mineralógico de interés para la búsqueda de mineralizaciones de tierras raras con elementos radioactivos.

La presencia de diamante en el flujo mineralógico en el río Aro constituye un indicador mineralógico de incuestionable valor para la búsqueda de cuerpos diamantíferos en la parte alta de este río.

La zona de estudio no es perspectiva para la búsqueda de placeres.

## **RECOMENDACIONES**

Profundizar en el estudio del parte agua del río La Piña, por encontrarse muy próximas a zonas con anomalías radiactivas y por el hecho de que en los concentrados pesados fueron revelados minerales de tierras raras y radiactivas.

Realizar cartografía geológica en la parte alta de la cuenca del río Aro con vista a revelar cuerpos diamantíferos de interés económico.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Arias, P. (1994). **DISTRIBUCIÓN DE ORO EN SEDIMENTOS DE RÍOS DE GUAYANA, ESTADO BOLÍVAR VENEZUELA** Tesis de grado. Código Geológico de Venezuela- PDVSA-Intevep.
- Ascanio, T. (1975). **YACIMIENTOS DE MINERAL DE HIERRO DEL PRECÁMBRICO DE VENEZUELA. MEM. SYMPOSIUM AMAZÓNICO.** Puerto Ayacucho. Ven., Marzo 1981, Boletín. Geológico. Pub. Esp. N° 10, p. 464-473.
- Bowles, J. (1981); **MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS EN INGENIERÍA CIVIL.** Editorial Magra-HILL LATINOAMERICANA; 9° Edición; Bogotá-Colombia; pp 30-45
- C.V.G TÉCNICA MINERA (1986). **INFORME DE AVANCE NC-20-14 Y NB-20-2 CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS, VEGETACIÓN.** Gerencia de Proyectos Especiales Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana. Tomo I y II. Ciudad Bolívar; pp 9-489 y 515-756.
- Hackley, P.C; Urbai, F.; Karlsen, A.W; Garritg, C.P. (2005). **GEOLOGIC SHADED RELIEF MAP OF VEEZUELA.** Sheet I of II. U.S.G. S U.S Departamet of Geological Survey.
- Henrich, E. (1970) **IDENTIFICACIÓN MICROSCÓPICA DE MINERALES.** Ediciones Urma, España. P 106
- Lepin, V.O. y Ariosa, J.D. 1981. **BÚSQUEDA, EXPLORACIÓN Y EVALUACIÓN GEÓLOGO-ECONÓMICA DE YACIMIENTOS MINERALES SÓLIDOS.** Primera parte.Editorial Pueblo y Educación. C. Habana.
- Martín B. (1974). **PALEOTECTÓNICA DEL ESCUDO DE GUAYANA,** Interguayanas, 9. Ciudad Guayana, Estado Bolívar.p 251-305.
- Marval, F (1970). **ANALISIS MINERALOGICO DE ARENAS DE LOS RIOS ARO, CARONI, CAURA, CHICANAN, CUYUNI Y PARAGUA. LOCALIZACION DE UNA ZONA PARA FUTURA EXPLOTACION DE ILMENITA .** Tesis de grado. Código Geológico de Venezuela- PDVSA-Intevep.
- Menéndez, A., (1994). **CINTURONES VERDES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA. REVISIÓN ESTRATIGRÁFICA.** Simposio. Internacional del Oro Venezuela, Caracas, p. 123-139.
- Menéndez, G. (1992). **USO DE FRACCIONES MAGNÉTICAS Y NO MAGNÉTICAS DE MINERALES PESADOS DE SEDIMENTOS DE RÍO PARA LA PROSPECCION GEOQUÍMICA DEL ALTO PARAGUA, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.** Tesis de grado. Código Geológico de Venezuela- PDVSA-Intevep.
- Mendoza, V. (2000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y Su Relación con el Escudo Sudamericano).** Universidad de Oriente. Escuela de Ciencias de la Tierra. P 44
- Ministerio de Minas e Hidrocarburos (1976). **MAPA GEOLÓGICO DE VENEZUELA.** Escala 1:500.000
- Monttana, A.; Crespi, R. y Liborio G. (1980) **GUIA DE MINERALES Y ROCAS.** Ediciones Grijalbo. Barcelona, p 168
- Pettijohn, F. **ROCAS SEDIMENTARIAS.** Buenos Aires, Argentina. Editorial Eudeba, 1.976. pp. 16-71. 14° Edición.
- Rodríguez, E. (1984). **GEOQUÍMICA DE LOS RESISTATOS PESADOS DEL RÍO PARAGUA, ESTADO BOLÍVAR.** Tesis de grado. Código Geológico de Venezuela- PDVSA-Intevep.
- Torres, J. (1997) **CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS FLUVIALES PROVENIENTES DE LA ZONA SEPTENTRIONAL DEL ESTADO BOLÍVAR.** Tesis de grado. Código Geológico de Venezuela- PDVSA-Intevep