

Estudio de Orientación Geoquímica para localización de mineralizaciones metálicas en la región de Anza (Ant.)

* Franklin Ortiz B.

** Jorge E. Maya.

** Francisco Mejía.

* Profesor Titular, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, A.A. 3840, Medellín.

** Ingeniero Geólogo, Facultad de Minas

INTRODUCCIÓN

El ambiente geológico en el flanco oriental de la Cordillera Occidental parece propicio para el emplazamiento de yacimientos de sulfuros masivos y vetiformes y en particular dado que en la zona escogida para el estudio, un área de 230 Km² localizada en la región de Anzá, Antioquia, (Fig. 1), las manifestaciones de sulfuros metálicos en vetas y de yeso masivo parecen confirmar esta idea. La investigación para localizar la eventual existencia de tales mineralizaciones es muy importante para nuestro país y quizás una herramienta útil, por los bajos costos que ella involucra, sea el uso de la prospección geoquímica. Motivados ante estas posibilidades y esperando poder establecer si tal metodología resultaba apropiada para determinar la existencia de mineralizaciones metálicas, se pretende con este estudio analizar si elementos tales como Cu, Zn y Pb pueden servir como elementos indicadores e igualmente, y dependiendo del tipo de muestreo realizado, si las técnicas analíticas a seguir son las apropiadas. Además establecer si existe alguna relación entre la composición química de los elementos trazas en los sedimentos y la probable delimitación de las unidades litológicas que aportan estos sedimentos.

RESUMEN

Se entregan en este trabajo los resultados de un estudio de orientación geoquímica realizado en la Cordillera Occidental, en el municipio de Anzá, Departamento de Antioquia. Se hacen algunas consideraciones sobre el método de muestreo y se esquematizan algunas diferencias que se encontraron en el análisis químico de los sedimentos activos utilizando las técnicas empleadas en los laboratorios de INGEOMINAS y la UNIVERSIDAD NACIONAL. De acuerdo con estos resultados se definen los elementos de mayor utilidad para la delimitación de mineralizaciones metálicas y eventualmente unidades litológicas.

En la cartografía realizada simultáneamente con el estudio geoquímico se delimitaron unidades de rocas volcanosedimentarias (Grupo Cañasgordas), apófisis y diques dioríticos del Batolito de Sabanalarga, rocas sedimentarias Neoterciarias y depósitos cuaternarios. Igualmente se encontraron varias mineralizaciones vetiformes con sulfuros de Cu y Zn asociadas a los intrusivos dioríticos y de yeso masivo asociado a rocas volcánicas básicas.

De acuerdo con los resultados obtenidos del estudio, el Cu resulta ser el mejor elemento guía para localizar las mineralizaciones metálicas, lo sigue el Zn y en menor proporción el Pb. En la determinación del contenido de los elementos metálicos en las muestras y para los propósitos del trabajo resultó más positivo el método de Absorción Atómica, este método suministra más del 85% del contenido de elemento en la muestra. Sin embargo, con la colorimetría se dieron también resultados positivos para la detección de las anomalías de Zn aunque el análisis de las muestras por este método solo suministra el 16% del contenido total del elemento.

Los resultados de los análisis por Espectrografía de Emisión sirven, en general para delimitar unidades litológicas gracias a la distribución de ciertos elementos, (tales como Ti, V, Zr, Ba, Cr, Ni, y Co), de los sedimentos activos.

Solamente en el área de la mina Margarita se presenta una zona anómala coincidente para Cu, Zn y Pb analizados por los tres métodos de análisis químicos mencionados; en las otras zonas de valores anómalos, la asociación de estos elementos no lo es.

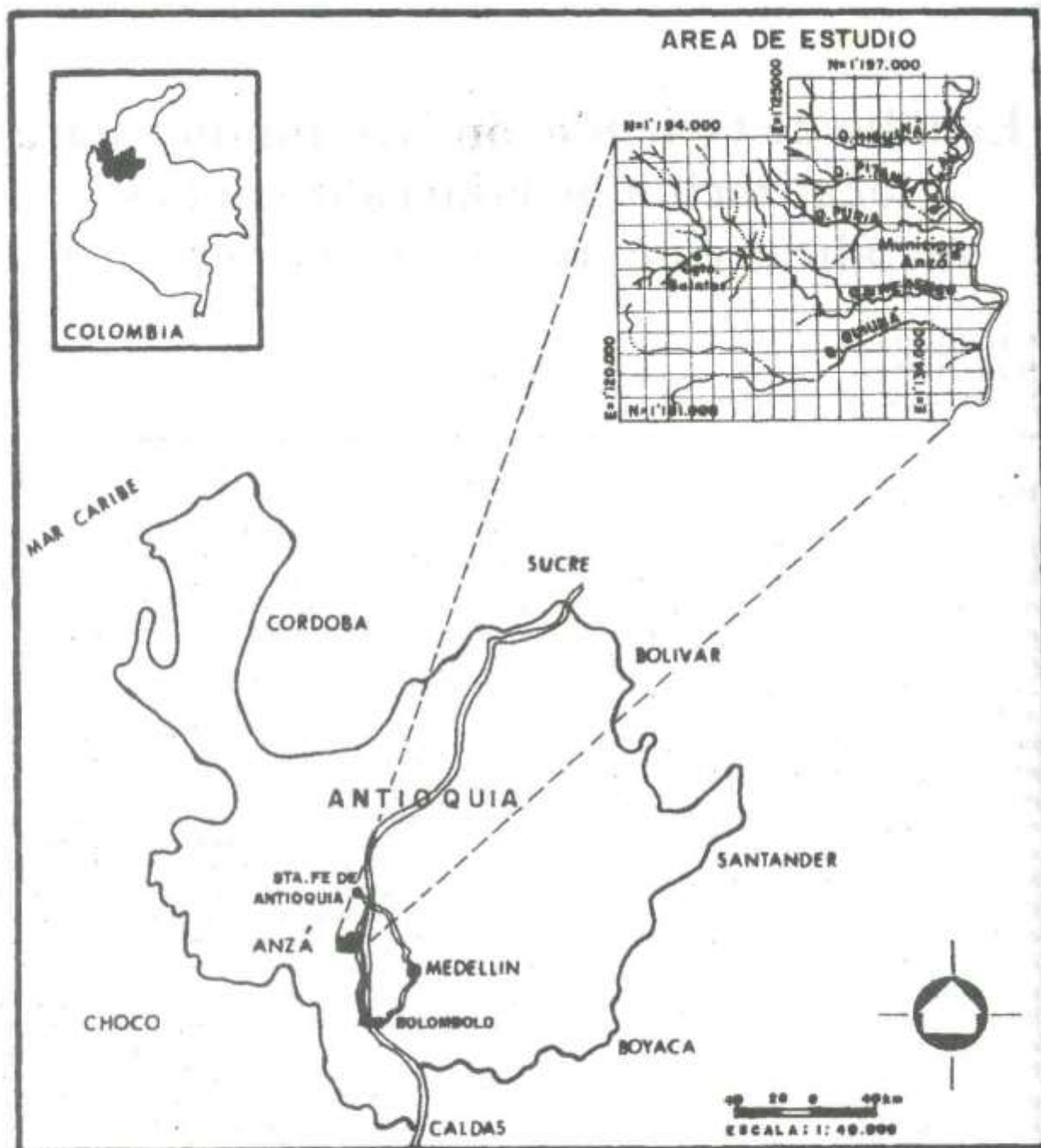


Figura 1. Localización del Area de Estudio.

CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS

El marco geológico general de la zona lo constituyen principalmente rocas volcano-sedimentarias intruídas por algunos apófisis y diques dioríticos y gabróticos (Fig. 2). El miembro volcánico comprende basaltos, diabasas, espilitas, basaltos almohadillados, aglomerados,

tobas y brechas volcánicas pertenecientes a la Formación Barroso, mientras el miembro sedimentario o Formación Penderisco lo constituyen rocas calcáreo-liditas y arenarcillosas con predominio de esta última. El conjunto anterior es denominado Cañasgordas (Alvarez y Eckart, 1970; Alvarez y Gonzalez, 1978).

Este grupo es intruido por las rocas diorítica y las gabróicas. Afloran igualmente sedimentos Neoterciarios donde abundan conglomerados, areniscas y arcillolitas constituidos por un importante aporte volcánico. Depósitos cuaternarios están ocupando las áreas de las corrientes drenando la zona.

El marco tectónico está enmarcado dentro del sistema de fallas de la depresión del Cauca siendo las estructuras más notorias la Falla Tonusco, Niverengo y una importante falla de cizalla que tiene una tendencia general N-S y que se localiza en la zona este (Fig. 2). Las estructuras anteriores juegan un importante papel en el control de las mineralizaciones existentes bien porque ellas han servido como canales de depositación o bien porque las han modificado o desmembrado. Las mineralizaciones aparecen en filones y venas y están constituidas básicamente por pirita, calcopirita, esfalerita y pirrotina. Se encuentra un cuerpo de yeso masivo asociado a las rocas volcánicas básicas y varias diseminaciones de sulfuros en las rocas próximas o dentro de paquetes de tobas alteradas que se cartografiaron en las quebradas Niverengo y Guaimarala.

Los rasgos morfológicos de la cuenca estudiada son de gran importancia en el aporte de los sedimentos llevados por las corrientes de las quebradas del área. Estos rasgos geomorfológicos producen un aporte muy variado de los detritos a los canales activos, donde los elementos químicos viajan en solución o se acumulan en sedimentos frescos próximos a la fuente original. Como resultado se da que el mayor aporte de sedimentos de rocas ígneas provenga de basaltos y tobas y en menor proporción de dioritas y gabros. Se presenta además un alto aporte de sedimentos a partir de las rocas sedimentarias del grupo Cañasgordas debido a sus propiedades físicas y texturales; en menor proporción, pero aún notable, es el aporte de depósitos cuaternarios, básicamente de flujos de escombros en la quebrada Niverengo.

PROSPECCION GEOQUÍMICA

A partir de un muestreo preliminar, se definieron mediante un análisis para Zn, algunas zonas

mineralizadas de interés; fue necesario entonces establecer la existencia de los posibles patrones que controlaran químicamente la concentración de otros elementos químicos los cuales fuesen potencialmente mejores indicadores de la acumulación y el carácter de las mineralizaciones existentes. También así se pudo implementar un procedimiento geoquímico apropiado, de acuerdo al tipo de muestreo empleado y las técnicas analíticas realizadas. De hecho, se discuten los métodos químicos seguidos para los análisis de las muestras de sedimentos colectados y las limitaciones y alcances de tales métodos y su influencia para la prospección geoquímica.

Tipo de Muestreo. Este se llevó a cabo colectando sedimentos finos en los canales activos de las corrientes a intervalos de 300 metros inicialmente y luego tomando las muestras distantes 200 metros entre sí para el estudio semidetallado de las zonas consideradas prioritarias por la existencia de las mineralizaciones detectadas durante la cartografía. Las muestras fueron preparadas y tamizadas en malla 80, tomándose la fracción menos ochenta (-80) para el análisis químico.

Análisis Químico. Inicialmente se empleó el método colorimétrico descrito por Levinson (1974) para extracción de Zn en frío; el método dio apreciables resultados para el rango de detección entre 2.5 y 800 ppm, pero sólo permitió determinar un pequeño porcentaje del total del elemento, (menor al 16%), contenido en la muestra. Posteriormente las muestras fueron analizadas por Espectrografía de Emisión y Espectrometría de Absorción Atómica. Para el procedimiento por Espectrografía de Emisión, se siguieron las instrucciones de Monsalve (1978), teniendo en consideración los límites inferior y superior de detección para varios elementos y la capacidad de extracción del método que es de un 85% del contenido real del elemento en la muestra.

El análisis por Absorción Atómica considera sin embargo que el Cu presenta una posible interferencia cuando la relación Zn/Cu es alta; para Zn no hay interferencias significativas y en el caso del Pb, los fosfatos, carbonatos, yoduros,

fluoruros y acetatos en concentraciones 10 veces mayores que las del Pb. El porcentaje de extracción por Absorción Atómica se determinó que es mayor al 85% del total del contenido del elemento en la muestra.

Análisis Estadístico. Los resultados químicos obtenidos se separaron por cuentas según la geomorfología presente. Se buscó con ello homogenizar las poblaciones del muestreo y establecer el método analítico más apropiado para la localización de las manifestaciones metálicas. Para el procedimiento estadístico se utilizaron los métodos sugeridos por Lepeltier (1969), el Análisis Multivariable y el Promedio Móvil (Davis, 1873).

Zonas Anómalas. Definiéndose los valores anómalos encontrados para Cu, Zn y Pb, se esquematizaron varias zonas anómalas para cada cuenca hidrográfica; estas se discutieron observando su correspondencia con la geología y la existencia de mineralizaciones definidas en la cartografía geológica. Los resultados encontrados permitieron definir:

- En la cuenca Quianá. Hay una zona anómala para Cu y Pb en el sector de la falla Guasabra, sobre las quebradas Chonta y Malpaso, (Figs. 3 y 5), donde los valores anómalos están asociados a manifestaciones de calcopirita en aglomerados y valores altos agrupados en sectores aledaños al contacto de los paquetes calcáreo-lidíticos con la unidad volcánica. Para Zn se detectó una zona anómala en el sector de las quebradas Zorzala, Sepultura y Cañada Arreboles, (Fig. 4), donde las corrientes drenan el mismo costado volcano-sedimentario y pueden estar lavando material de una posible mineralización. Esta sería similar a aquella que se explota en la mina Margarita para Au, con presencia de calcopirita y esfalerita.

- En la cuenca Puria-Pitanjá-Higuiná. La escasez de datos disponibles para el valor promedio (Background) no permite un análisis suficiente para representar las características geoquímicas de esta cuenca. Para Cu y Zn se definió la zona anómala en la desembocadura de la cañada Los Jesuitas con la quebrada La Parra y una zona de valores altos en la cabecera de la quebrada

Higuiná, (Figs. 3 y 4); allí los valores anómalos están relacionados a la presencia del cuerpo intrusivo y de una zona de cizalladura a lo largo de éste, acompañado de manifestaciones de pirita, calcopirita y pirrotina en venillas de cuarzo.

- En la Cuenca Niverengo. Los métodos químicos utilizados permitieron visualizar dos zonas anómalas para Cu y Pb en el sector de la quebrada Cara de Perro y en las cercanías a la mina Margarita para Cu, Zn, y Pb (Figs. 3, 4 y 5), donde las manifestaciones minerales presentes de pirita, calcopirita, oro, malaquita y carbonatos se encuentran asociadas a filones de cuarzo en intrusivos dioríticos. En la desembocadura de la quebrada Guaimarala a la quebrada Niverengo, se presenta una zona significativamente anómala para Cu, (Fig. 3), que se manifiesta por el aporte de material detrítico que contiene malaquita, proveniente de filones detectados en la zona, acompañada de calcita, dolomita, marcasita y calcopirita.

Análisis individual: para 8 elementos diferentes a Cu, Zn y Pb. Mediante un análisis químico por Espectrografía de Emisión, se reportaron resultados para 33 elementos en la cuenca Niverengo, de los cuales se presentan algunos de interés en aspectos litoquímicos.

- Antimonio, Sb. Para este elemento se consideró que sus resultados no presentan ninguna confiabilidad debido a que los valores obtenidos no muestran un patrón de comportamiento general, además resultan frecuentes valores por debajo del límite de detección (de 500 ppm) del equipo utilizado y probablemente ocurren interferencias con las líneas del hierro (Fe) que afectan los resultados de la lectura.

- Titanio, Ti. Los valores determinados, dada la baja movilidad del Ti, corresponderían a la fuente originaria, variando su contenido con la proximidad a ella, de acuerdo al grado de erosión, y al mineral que contiene este elemento (Fig. 6). En general, el Ti está caracterizado a la unidad lodolítica, asociado íntimamente con minerales predominantemente arcillosos en la zona.

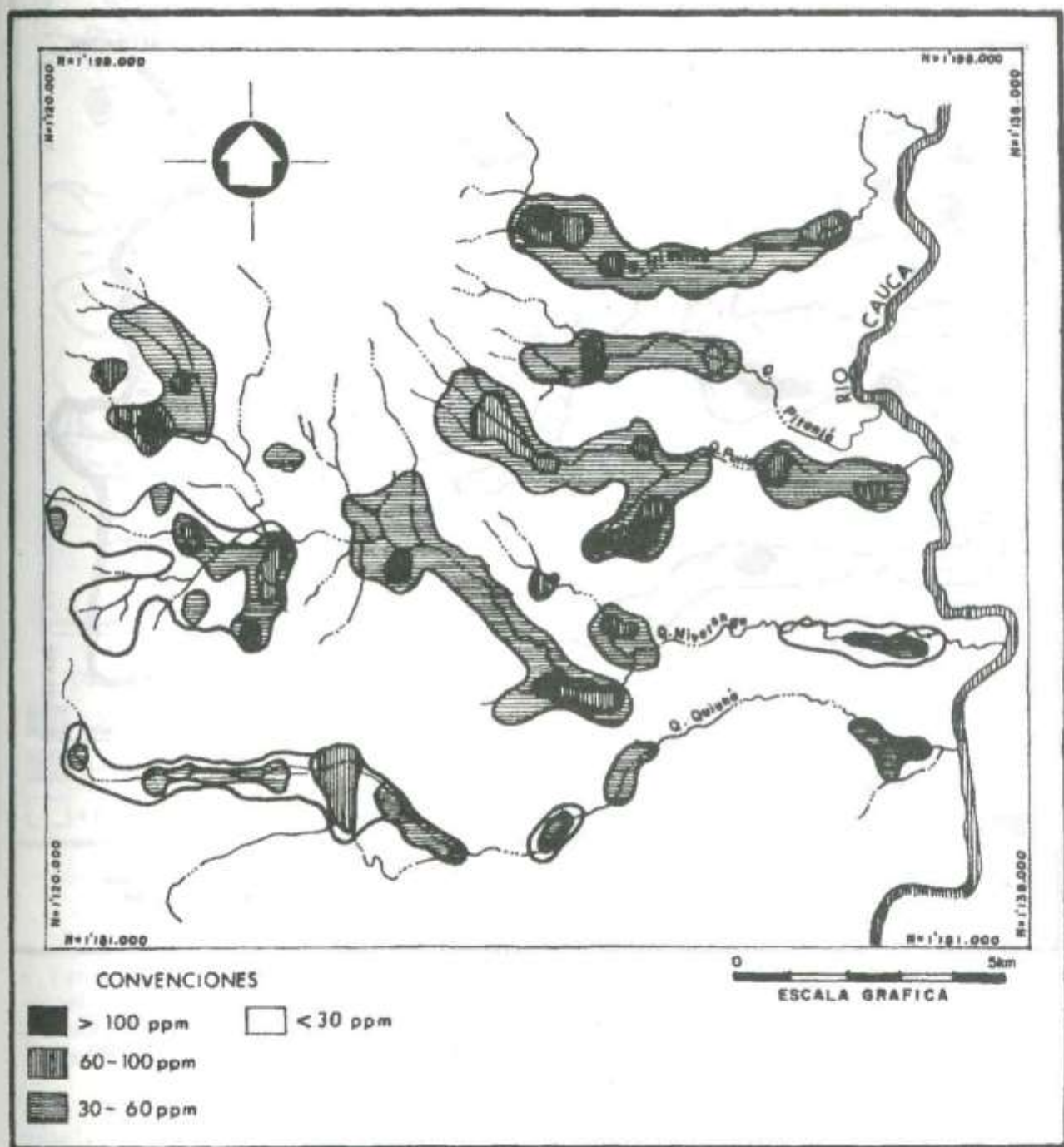


Figura 3. Distribución del Cu en las cuencas de las quebradas Quiná, Niverengo y Curia-Pitanjá-Higuina (Anzá), Antioquia). Obtenida a partir del promedio móvil; utilizando los resultados de Cu por absorción atómica.

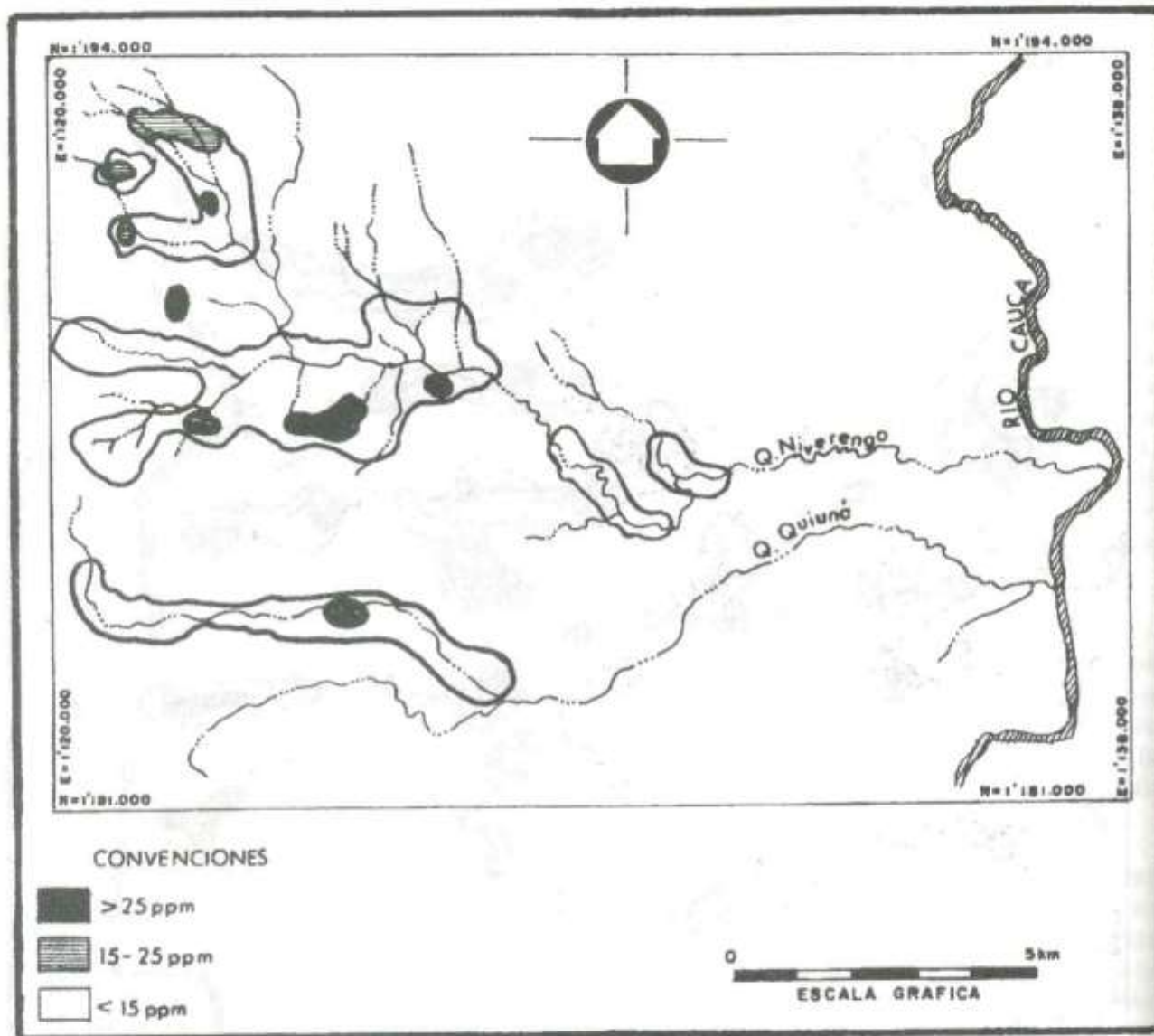


Figura 4. Distribución del Zn en las cuencas de las quebradas Quiná, Niverengo y Puria-Pitanjá-Higuina. (Anzá, Antioquia). Obtenida a partir del promedio móvil; utilizando los resultados de Zn por absorción atómica.

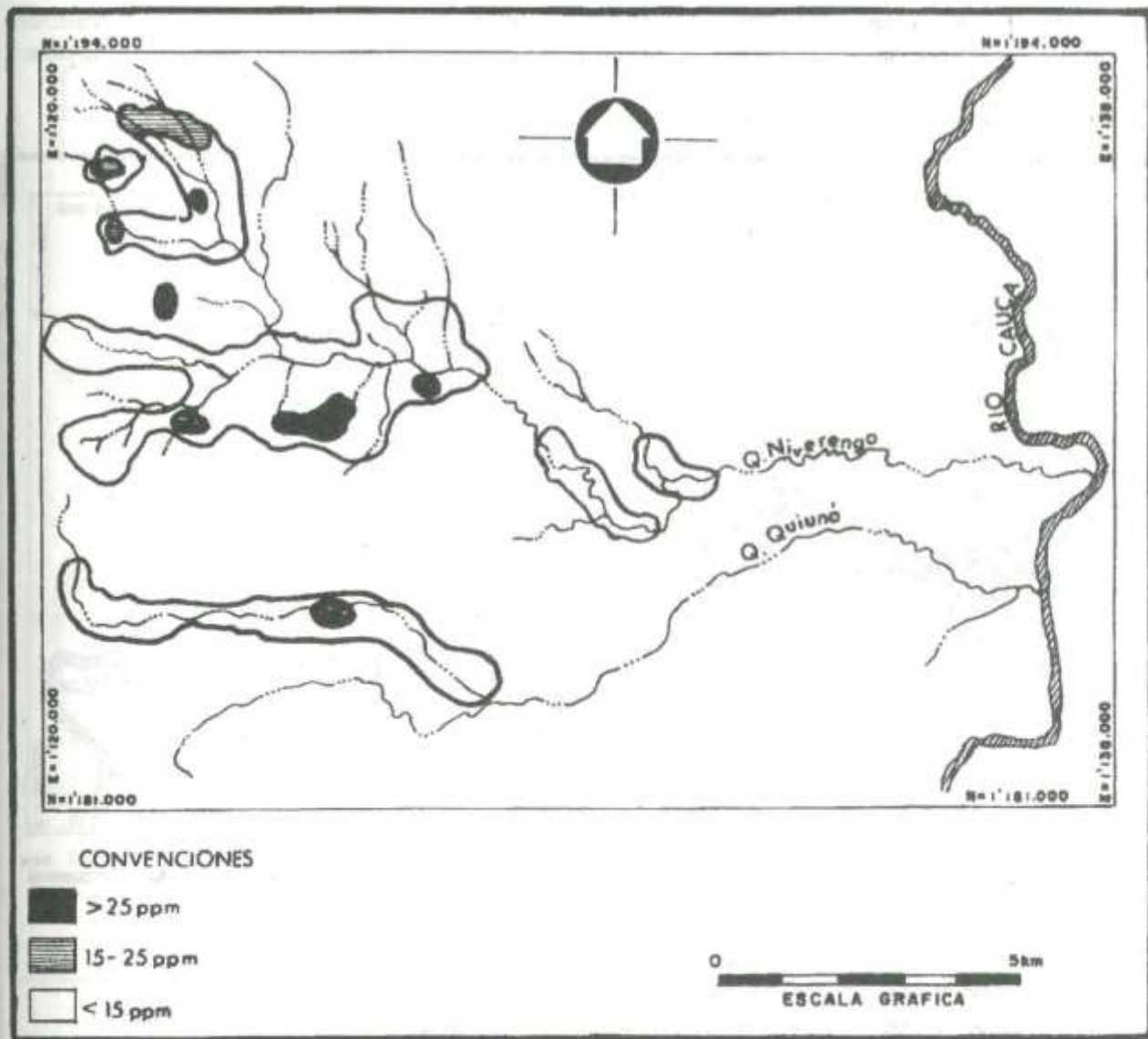


Figura 5. Distribución del Pb en las cabeceras de las cuencas de las quebradas Niverengo y Quiná (Anzá, Antioquia). Obtenida a partir del promedio móvil; utilizando los resultados del Pb por absorción atómica.

- Vanadio, V. Los valores altos están concentrados esencialmente en zonas arcillosas, asociados a lodolitas y tobas alteradas y están caracterizando a la unidad lodolítica (Fig. 6).

- Circonio, Zr. Los valores altos se presentan sobre la unidad lodolítica y en areniscas con gran predominio de material arcilloso, indicando la proximidad a la fuente (Fig. 6).

- Bario, Ba. Se presenta con valores altos asociados a paquetes calcáreos - lidíticos y en hidrolizados en sedimentos arcillosos, (Fig. 6).

- Cromo, Cr. Dada su baja movilidad, los valores anómalos encontrados están ligados a una fuente cercana. Se presentan en la zona de fallas en presencia de serpentización en las rocas basálticas y apófisis gábricas y en zonas de rocas tobáceas con fuerte carbonatación, (Fig. 7).

- Niquel, Ni. Su presencia está ligada a los principales constituyentes máficos de las rocas volcánicas básicas y sus valores anómalos se presentan asociados a serpentina producida en zonas de falla, (Fig. 7).

- Cobalto, Co. Como este elemento no forma hidrosilicatos durante la meteorización, se queda en solución en forma de bicarbonato o de hidróxido coloidal formando compuestos

oxidados con manganeso (Mn); los valores anómalos están relacionados con zonas de falla, (Fig. 7).

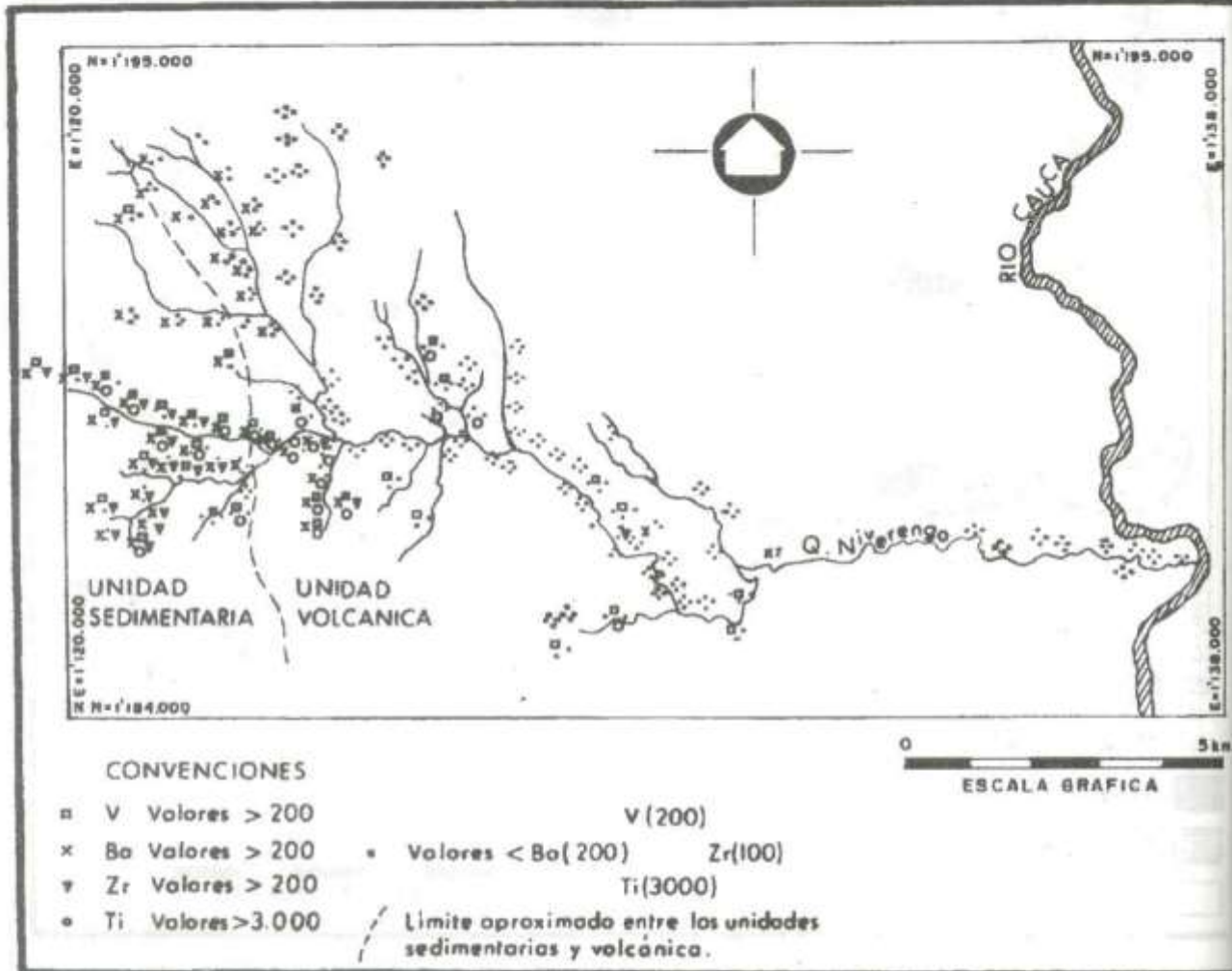


Figura 6. Distribución de V, Ba, Zr y Ti en la cuenca Niverengo. (Anzá, Antioquia).

Análisis Multivariados. Se elaboró una matriz de correlación entre los elementos anteriores para observar la relación entre los posibles pares de elementos. En general, las correlaciones Cr-Ni, Ti-V, Zr-Ba y Ti-V-Zr-Ba son los grupos de elementos que mayor afinidad presentan estadísticamente a las litounidades presentes en el área.

Se considera además que real y estadísticamente hay una correlación Cu-Zn para determinar zonas anómalas positivas, (correlación definida mediante un análisis multivariable), el cual

muestra además que la afinidad del Pb en la zona es mínima con Cu y Zn en las muestras analizadas.

Promedio Móvil, para Cu, Zn y Pb. De las figuras 3, 4 y 5 se observa la coincidencia de las áreas significativamente anómalas con manifestaciones de sulfuros mediante líneas de isovalores para Cu y Zn. Se corrobora la afinidad geoquímica de este par de elementos como guías para localizar zonas significativamente anómalas, mientras que dichas áreas son nominalmente más restringidas para Pb.

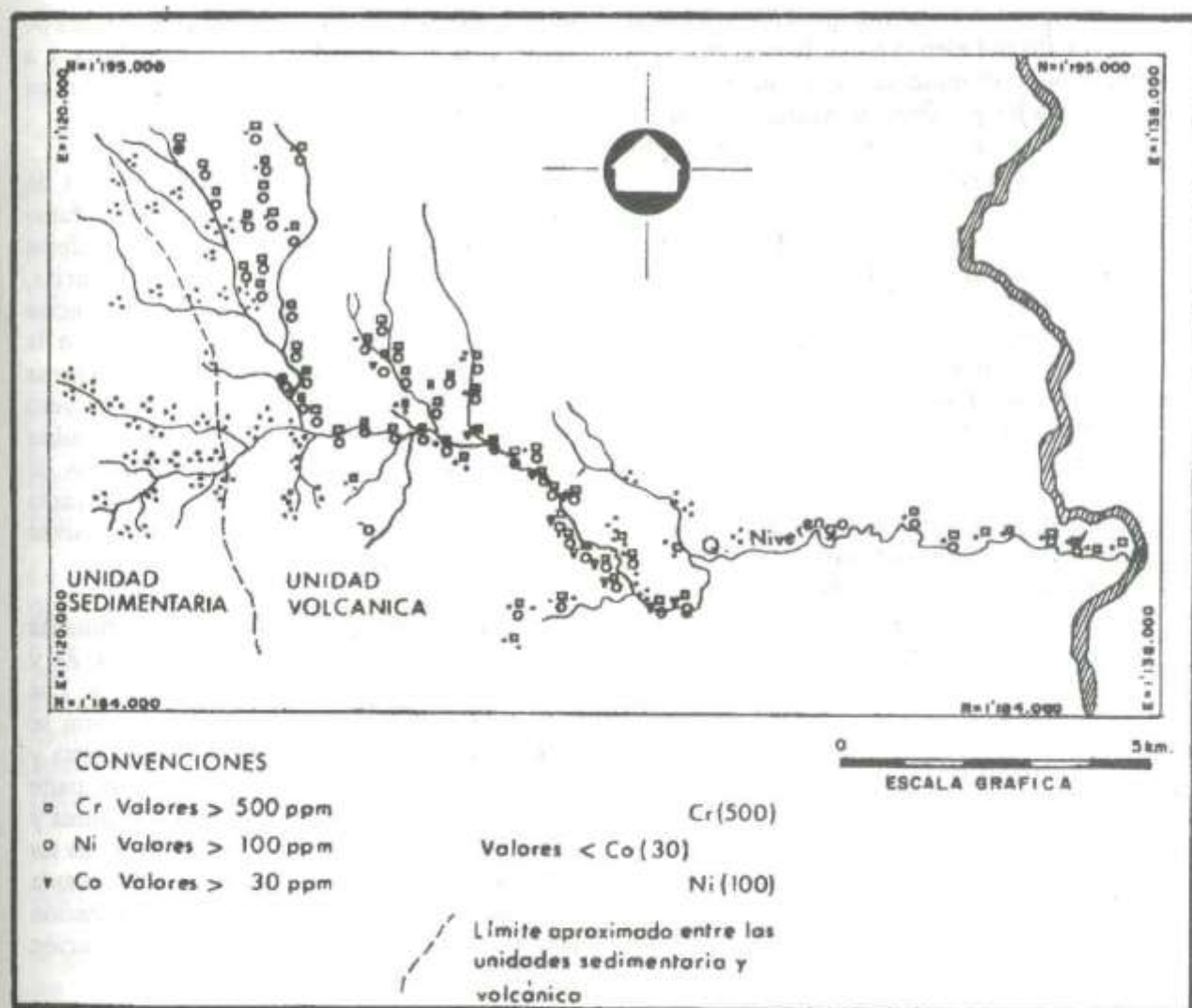


Figura 7. Distribución de Ni, Cr y Co en la cuenca niverengo (Anzà, Antioquia).

DISCUSIÓN

En general Cu, Zn y Pb presentan resultados favorables en muestras que se tomaron muy cerca a las mineralizaciones (baja dispersión), donde el Cu y Zn están fuertemente relacionados a las mineralizaciones existentes y en menor proporción el Pb. Los resultados de Cu y Zn obtenidos por Absorción Atómica, Espectrografía de Emisión y Colorimetría, muestran que el 3% del total de las muestras resulta estadísticamente anómalo, pero con una distribución discontinua de valores significativos. El Pb se encontró significativamente anómalo en un porcentaje menor al 1% en el total de las muestras; se

presenta igualmente con una distribución errática de valores bajos.

La toma de muestras de sedimentos activos en intervalos por encima de 200 metros, no muestra una alta significancia para localizar con detalle las mineralizaciones, por lo tanto, no parece justificarse la toma de muestra a espacios más amplios.

El análisis de los métodos analíticos estima para Absorción Atómica y Espectrografía de Emisión, considerando que no haya dificultad en el tratamiento analítico de la muestra, que extraen la misma cantidad del elemento de un mismo sedimento; la capacidad de extracción de ambos

métodos se evaluó como mayor al 85% del total del contenido del elemento en la muestra; esto establece por consiguiente que los intervalos de clase empleados por Espectrografía de Emisión corresponden a intervalos similares por Absorción Atómica.

Tal comparación sin embargo no es factible con el método Colorimétrico debido a su bajo poder de ataque químico de las muestras y a que la distribución de valores en intervalos de ppm son diferentes al método de Absorción Atómica. El valor promedio extraíble de Zn por Colorimetría, resultó menor al 16% del total del elemento en la muestra.

Los resultados obtenidos para Sb y Zn presentan abundantes valores por debajo del límite inferior (500 ppm) detectable para ambos elementos, lo que disminuye la confiabilidad en las lecturas del equipo utilizado para estos elementos.

CONCLUSIONES

El área en estudio presenta unidades litoestratigráficas muy similares a las existentes en la Cordillera Occidental en sus sectores norte y sur del país. Ellas están constituidas por: Rocas volcanosedimentarias del Grupo Cañasgordas, apófisis y diques dioríticos del batolito de Sabanalarga, rocas sedimentarias Neoterciarias y depósitos cuaternarios. Particularmente en la zona de estudio, el Grupo Cañasgordas está constituido por un miembro volcánico y otro sedimentario lidítico y lodolítico, afectados por las fallas de Tonusco, Guasabra y Niverengo principalmente, comprendidas dentro del marco tectónico del sistema de fallas Cauca-Romeral.

Estas unidades pueden, como muchas otras, ser determinadas en una primera etapa de exploración mediante muestreos geoquímicos de sedimentos activos, como sigue:

La unidad lidítica está bien delimitada por el bario (Ba) y la unidad lodolítica por titanio (Ti), vanadio (V) y circonio (Zr). Los valores significativamente anómalos de cromo (Cr) y

níquel (Ni) están asociados a manifestaciones de serpentina relacionados a zonas de falla y a minerales cromíferos en tobas carbonatadas en la quebrada Niverengo.

Se presentan en el área mineralizaciones de sulfuros, sulfatos y carbonatos. Los sulfuros están relacionados con explotaciones auríferas conocidas como son las minas Margarita, Palomas y Cara de Perro, donde las tendencias del diaclasamiento general coinciden con la dirección de los filones, diques y fisuras mineralizadas. Los sulfatos (depósitos de yeso masivo, sulfuros y carbonatos cercanos a tobas con alta carbonatación y con compuestos de cobre (malaquita) hace pensar la existencia promisoriosa de un cuerpo de sulfuros masivos asociados al volcanismo en la zona.

Las zonas mineralizadas pueden ser delimitadas con la utilización de los elementos de Cu, Zn y Pb mediante la toma de sedimentos activos: Los resultados que confirman esta afirmación se encuentra en el área de las minas Margarita y Cara de perro, la cañada de Los Jesuitas, parte media de las quebradas Niverengo e Hiquiná y el área del sitio el Arrevol. La extensión de las zonas anómalas no es muy amplia; está limitada a un máximo de 500 metros de la mineralización para el Cu y es menor para el Zn. La restricción es máxima para el Pb.

El programa de orientación geoquímica realizado para localizar las mineralizaciones metálicas en la zona dió como resultado la necesidad de ajustar el muestreo detallado y minucioso de las zonas mineralizadas con intervalos de toma de muestras muy cerca a ellas, si se desea utilizar la técnica de muestreo de sedimentos activos. Cuando se colectan muestras para un análisis semidetallado cada 200 m. Los resultados de los análisis químicos y estadísticos pierden homogeneidad en la distribución de los valores anómalos. Esto es el resultado de que imperan en la región diferentes condiciones geomorfológicas que varían el grado de aporte de sedimentos a las corrientes.

En los estudios de prospección geoquímica que se realicen en ambientes similares deben tenerse

cuidado de aplicar el método analítico apropiado. Esto se debe fundamentalmente a las interferencias que se producen en la detección del elemento presente en las mineralizaciones, como es el caso de carbonatos de Cu en la quebrada Niverengo, y de valores altos de Pb cercanos a paquetes calcáreo-lidíticos. En estos casos los resultados no son suficientemente significativos cuando son analizados por los métodos de absorción atómica y espectrografía de emisión en Cu y Pb.

En general para todas las mineralizaciones halladas en la zona el Cu resultó ser el mejor elemento guía. El método de absorción atómica entrega los mejores resultados tanto para este elemento como para el Zn y el Pb.

La colorimetría dió resultados positivos para determinar anomalías significativas de Zn y es un método que se podría implementar en el trabajo rápido de campo; con este método se obtuvieron valores promedios del 16% en el contenido de la muestra, mientras que por absorción atómica se puede alcanzar el 85% del contenido total del elemento.

ABSTRACT

A geochemical prospecting study was made at the area of Anzá (Antioquia) in order to obtain information about the best methods of sampling of stream sediments and also about the chemical analytical techniques most useful for determining the metallic element contents of the samples.

REFERENCIAS

- ALVAREZ, J. y ECKART, F. 1970. Geología detallada de la parte suroeste del cuadrángulo I-8. Tesis Fac. Minas, Medellín. 64 p.
- ALVAREZ, J. y GONZÁLEZ; H. 1978. Geología y geoquímica del cuadrángulo I-7, Urrao, Ingeominas. Medellín (informe interno).
- DAVIS, J. C. 1973. *Statistic and data analysis in Geology*. John Wiley and sons, inc., N.Y., 550 p.
- LEPELTIER, C. 1969. A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. *Econ. Geol.* 64, (1): 538-550.
- LEVINSON, A.A. 1974. *Introduction to exploration geochemistry*. Applied Pub. Ltd., Calagary, 612 p.
- MONSALVE, D. 1978. Procedimiento para el análisis espectroquímico semicuantitativo. Ingeominas, Medellín.