

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE QUÍMICA**

**DEPARTAMENTO DE GEOQUÍMICA**



**Determinación de Au, As, Al, Zn, Pb, Sb, Cu, y Mg en sedimentos de la cuenca  
del río Cuira.**

**Proyecto Geoquímico II  
presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de  
Venezuela por el Br. Angel  
Miguel Orozco para optar al  
Título de Licenciado en  
Geoquímica.**

Caracas, Octubre de 2008

## RESUMEN

Muestras de sedimentos fluviales fueron recolectadas en la cuenca del río Cuirá, Parque Nacional Guatopo, con la finalidad de determinar su distribución granulométrica y concentraciones de Au, Al, Mg, Cu, Pb, Zn, As y Sb a lo largo y ancho de la cuenca. Para ello fueron separados los sedimentos a través de tamices de 10, 18, 35,60, 120,230 y 325 mallas de cada uno de los 26 puntos de muestreo, determinándose que la distribución granulométrica es semejante en toda la cuenca, dominando las fracciones correspondientes a arenas gruesas y muy gruesas

Para la determinación de cómo se distribuyen las concentraciones de los elementos mencionados en la cuenca, fueron seleccionadas 9 muestras para realizarles análisis químicos a los extractos obtenidos de la digestión con agua regia en cada una de las siete fracciones granulométricas, a través de espectrometría de emisión atómica inductivamente acoplado a plasma (ICP-AES), encontrando que los elementos trazas Cu y Zn mantienen una tendencia de enriquecerse a medida de que el grano es más fino, es decir de menor concentración en arenas gruesas a mayor concentración en limo- arcilla.

La distribución espacial de los elementos indica que el Al, Mg, se distribuyen homogéneamente en la cuenca, mientras que elementos como As y Sb tienden a estar enriquecidos en la subunidad de metatobas al este de la cuenca del río Cuirá, por su parte el Cu, Pb y Zn , presentan una dispersión heterogénea en la cuenca .

## INDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág</b>
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ZONA DE ESTUDIO	3
3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL	5
3.1 Marco geológico local	6
4. ANTECEDENTES	11
5. MARCO TEORICO	14
5.1 La dispersión geoquímica	14
5.3 Métodos Analíticos comúnmente usados en exploración geoquímica	19
6. METODOLOGIA EXPERIMENTAL	21
6.1. Muestreo	21
6.2. Tratamiento físico de las muestras	21
6.3. Tratamiento químico	22
6.4. Análisis químico	23
7. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
7.1. Distribución granulométrica	26
7.2. Distribución de Au, As, Al, Cu, Cd, Pb, Zn y Sb en los sedimentos del río Cuira	34
7.3. Distribución espacial de Al, Mg, Cu, Pb, Zn, As y Sb en sedimentos de la cuenca del río Cuira	50
8. CONCLUSIONES	65
9. RECOMENDACIONES	66
10. BIBLIOGRAFIA	67
11. APENDICES	72

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Concentración de los elementos en el patrón usado para la determinación de As, Al, Mg, Cu, Pb, Zn y Sb.	24
Tabla 2. Distribución granulométrica de los sedimentos activos de la cuenca del río Cuira.	27
Tabla 3. Composición química de las fracciones granulométricas	35
Tabla 4. Coeficientes de correlación entre Al, Mg, Cu, Pb, zn, As y Sb en las siete fracciones separadas de nueve muestras de la cuenca del río Cuira	44
Tabla 5. Coeficientes de correlación entre elementos de todas las fracciones	49
Tabla 6. Concentración de Al, Mg, Cu, Pb, Zn, As y Sb en la fracción menor a 325 mallas en cada uno de los 26 puntos muestreados	51
Tabla 7. Coeficientes de correlación de Al, Mg, Cu, Pb, Zn, As y Sb en las 26 muestras tomadas en la cuenca del río Cuira	52

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa topográfico de la cuenca del río Cuira	4
Figura 2. Mapa geológico local	7
Figura 3. Esquema del marco experimental	25
Figura 4. Familias de distribución granulométrica	30
Figura 5. Distribución de Al en nueve muestras de la cuenca del río Cuira	37
Figura 6. Distribución de Mg en nueve muestras de la cuenca del río Cuira	40
Figura 7. Distribución de As en nueve muestras de la cuenca del río Cuira	42
Figura 8. Distribución de Sb en nueve muestras de la cuenca del río Cuira	43
Figura 9. Distribución de Cu en nueve muestras de la cuenca del río Cuira	45
Figura 10. Distribución de Zn en nueve muestras de la cuenca del río Cuira.	46
Figura 11. Distribución de Pb en nueve muestras de la cuenca del río Cuira..	48
Figura 12. Correlaciones Al- As; Al, Cu; Zn- As; Zn-Cu	53
Figura 13. Dispersión de Al en sedimentos <325 mallas en la cuenca del río Cuira	55
Figura 14. Dispersión de Cu en sedimentos <325 mallas en la cuenca del río Cuira	56
Figura 15. Dispersión de Mg en sedimentos <325 mallas en la cuenca del río Cuira	57
Figura 16. Dispersión de Zn en sedimentos <325 mallas en la cuenca del río Cuira	59
Figura 17. Dispersión de Pb en sedimentos <325 mallas en la cuenca del río Cuira	60
Figura 18. Dispersión de As en sedimentos <325 mallas en la cuenca del río Cuira	61
Figura 19. Dispersión de Sb en sedimentos <325 mallas en la cuenca del río Cuira	62

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la geoquímica de un sistema natural, requiere principalmente de la determinación de las concentraciones de elementos, que puedan ser considerados representativos de aquellos procesos que ocurrieron y ocurren en el sistema de interés, para escoger dichos elementos, cantidad de muestra, número y ubicación de los puntos de muestreo, es necesario entender la dispersión geoquímica, la cual involucra los procesos mediante los cuales, los elementos son movilizados de un ambiente a otro.

El entendimiento de la dispersión geoquímica, requiere del uso de la aplicación práctica de los principios geoquímicos teóricos con la finalidad de lograr interpretar las concentraciones de los elementos, minerales o variables asociadas en muestras geológicas, en un área determinada.

Las áreas a estudiar deben presentar características litológicas, estratigráficas, geomorfológicas, o inclusive históricas, que la hagan de interés geoquímico. Tal es el caso de la región de Guatopo, donde Zerpa (1982) llevo a cabo un estudio de prospección geoquímica en los ríos Cuirá, Taguaza y Macaira, basado en datos históricos y geológicos de la zona, según relata en su trabajo, existen antecedentes históricos que mencionan la existencia, en la época de la colonia, de minas de oro descubiertas y explotadas por los españoles en las jurisdicciones del río Tuy. Vizcarret (1982), por su parte estudio el río Apa en el cual afloran un grupo importante de rocas ultramáficas, el cual Urbani (1986) denominó como Complejo Ultramáfico de Apa, dado que presenta características de un complejo ultramáfico zonado tipo Alaska, los cuales están asociados a mineralizaciones de elementos del grupo del platino y oro. Sin embargo, a pesar de

las características que presenta la zona está no había sido estudiado desde ese entonces a nivel geoquímico.

En la región de estudio existe una alta densidad de drenaje, tal que el muestreo de sedimentos fluviales constituye un medio excelente para la caracterización geoquímica con el fin de determinar posibles anomalías de elementos de importancia geoquímica en el área.

Por estas razones y las recomendaciones de Zerpa, de hacer un estudio más exhaustivo en las cabeceras del río Cuira, fue planteado el presente estudio geoquímico en la cuenca a partir de muestras de sedimentos tomadas en el centro de los cauces de sus afluentes y en algunos puntos del río principal, para así comparar la manera en que son dispersados los elementos a través de este medio.

Lo anteriormente expuesto nos permitió considerar el siguiente objetivo general y objetivos específicos:

#### Objetivo General

- Establecer la distribución espacial y granulométrica de Au, Mg, As, Zn, Pb, Cu, Al y Sb, en sedimentos de la cuenca del río Cuira.

#### Objetivos específicos

- Determinar la distribución granulométrica de los sedimentos de la cuenca del río Cuira.
- Determinar la concentración de Au, As, Zn, Pb, Sb, Cu, Al y Mg en distintas fracciones granulométricas de sedimentos de la cuenca del río Cuira.
- Estudiar la distribución espacial de Au, As, Zn, Pb, Sb, Cu, Al y Mg en los sedimentos de la cuenca del río Cuira.

## **ZONA DE ESTUDIO**

### **Ubicación**

La zona de estudio (figura 1) está a una distancia de 60 km al SE de la ciudad de Caracas, en la región nor-central del país y forma parte del flanco norte de la serranía del Interior, al este del Parque Nacional Guatopo, localizada específicamente, entre las coordenadas UTM longitud 19 788 000E y 19 808 000 E y latitud 11 12 000 N y 11 28 000 N estando limitada por el norte con el río Tuy, por el sur la fila maestra de la serranía del Interior, al este con el Municipio Páez y al Oeste con la carretera Santa Teresa- Altagracia de Orituco, abarcando un área aproximada de 320 km<sup>2</sup>. Para acceder a ella se puede tomar la vía que va desde Altagracia de Orituco hasta el caserío el Jobito, la cual en su mayor parte está asfaltada, o desde la población de Panaquire, estado Miranda, con la limitante de que por esta vía solo pueden transitar carros 4x4, preferiblemente en época de sequía.

### **Características Fisiográficas**

El relieve topográfico es muy complejo en esta zona, presentando un gran número de estribaciones transversales que se desprenden desde la fila Maestra.

La red hidrográfica está formada por quebradas y ríos de curso consecuente, y debido a la configuración topográfica del relieve, son comunes los saltos de agua, de hasta 30 m de altura. La zona presenta algunos cerros con drenaje radial e irregular.

Se trata de un bosque tropical húmedo, donde los promedios anuales de precipitación son de al menos, 1800 mm a 3800mm.



## **MARCO GEOLOGICO REGIONAL**

En el área de estudio aflora la faja de Villa de Cura, la cual incluye rocas volcánicas de la Formación Tiara, Formación Las Hermanas y el Complejo Ultramáfico de Apa.

En el Grupo Villa de Cura son distinguibles cuatro formaciones, éstas son, de más antigua a más reciente: Formación El Caño; Formación El Chino; Formación El Carmen, y Formación Santa Isabel (Menéndez, 1966).

Ostos (1990) realizó un estudio geoquímico de elementos mayoritarios y trazas, incluyendo elementos de las tierras raras, con lo cual interpreta que las rocas metabasálticas de las formaciones El Caño, El Carmen y Santa Isabel (en la zona de San Sebastián), son de afinidad toleítica. El autor indica que pueden haberse formado en un margen divergente de placas, pero la evidencia geoquímica no descarta un magmatismo de cuenca oceánica profunda. Igualmente, estudió