

Papeles de Fundacite Aragua

Estudio de Prospección de Áreas con Mineralización de Barita Área Qda.

El Chino- Río Pao, Estado Aragua, 1996

Coordinación: Ingeniero Geólogo Jadira Saavedra

Equipo Técnico: Ingeniero Geólogo Jadira Saavedra, T.S.U. en Minas Juan Peña, Geólogo Ángel Franco (M.E.N.) Geoquímico Víctor García (M.E.N) y Geoquímico Luis Zerpa.

CORPORACIÓN DE DESARROLLO DE LA REGIÓN CENTRAL CORPOCENTRO

***Estudio de Prospección de Áreas con Mineralización de Barita
Área Qda.
El Chino- Río Pao, Estado Aragua
1996***

Elaborado para: Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el Estado Aragua (Fundacite Aragua)

Coordinación: Ingeniero Geólogo Jadira Saavedra

Equipo Técnico: Ingeniero Geólogo Jadira Saavedra, T.S.U. en Minas Juan Peña, Geólogo Ángel Franco (M.E.N.) Geoquímico Víctor García (M.E.N.) y Geoquímico Luis Zerpa.

Resumen

Estudios de Prospección Geoquímica realizados en la faja comprendida entre la quebrada El Chino y el río Pao, Aragua central, pusieron de manifiesto la presencia de zonas anómalas en bario, zinc y cobre indicativas de áreas potencialmente mineralizadas. En el caso del bario, la zona delimitada abarca aproximadamente 20 Km² y deberá ser estudiada en detalle a fin de ubicar y evaluar las mineralizaciones de barita.

El estudio del comportamiento del zinc, cobre y plomo, permitió determinar las áreas de concentración para cada uno de estos elementos y se estableció que la correlación Ba/Zn presenta la más alta asociación geoquímica.

Estratigráficamente las zonas anómalas se ubican dentro de las rocas metavolcánicas de las Formaciones El Chino y El Carmen, Grupo Villa de Cura. La presencia de zonas con alteración hidrotermal y piritización diseminada está asociada con eventos metalogénicos de tipo volcánico-hidrotermal.

La compleja tectónica regional a que ha sido sometida la Faja de Villa de Cura ha dado como resultado una intensa alteración estructural por lo que en la zona abundan los fallamientos, sistemas múltiples de diaclasas pliegues isoclinales, pliegues de arrastre y pliegues de dislocación.

1- Introducción

La Fundación para el Desarrollo de la de Ciencia y Tecnología en el Estado Aragua, FUNDACITE-ARAGUA, suscribió un convenio con la Corporación de Desarrollo de la Región Central, CORPOCENTRO, con el objeto de ubicar dentro del estado Aragua áreas con mineralizaciones de barita, dado que toda la demanda de este mineral, considerado estratégico para la industria petrolera nacional, en la actualidad se satisface con materia prima importada.

Los estudios exploratorios realizados a nivel nacional por el Ministerio de Energía y Minas con miras a localizar zonas mineralizadas señalaron que los depósitos de barita de la región central del país se asocian exclusivamente con rocas metavolcánicas y metasedimentarias del Grupo Villa de Cura, localizando niveles de barita masiva en Santa Isabel estado Guárico y El Chino Aragua central.

Las investigaciones se realizaron a lo largo de la faja comprendida entre la quebrada El Chino y el río Pao. Conociendo la factibilidad de utilizar la geoquímica de sedimentos para la búsqueda de depósitos aflorantes de barita masiva se ejecutó un programa conjunto de geología y prospección geoquímica para detectar las zonas potencialmente mineralizadas.

Como resultado de los estudios realizados se ubicó un área altamente anómala en bario la cual debe ser investigada en detalle a fin de localizar las mineralizaciones de barita.

2- Generalidades

Los Depósitos de Barita en Venezuela

Hasta los momentos cinco zonas en Venezuela muestran depósitos o niveles de barita, ninguno de ellos bajo explotación: Piché, Sierra de Perijá e Isla de Toas, en el estado Zulia; Cerro Mono, Seboruco, estado Táchira; La Faja Santa Isabel - El Chino, estado Aragua y Cerro Impacto, estado Bolívar,

Los depósitos de barita del estado Zulia constituyen típicas concentraciones hidrotermales, vetíformes y de pequeña magnitud. En el área de Caño Piché, las evidencias de barita están conformadas por filones y vetillas morfológicamente complejas, asociadas con niveles de rocas volcánicas de la Formación Tinacoa, una Unidad del Jurásico clásico en la Sierra de Perijá. Aún cuando la calidad de la mena es excelente, las concentraciones constituyen un enramado de vetas muy difíciles de explotar (García, 1986).

En el caso de la Isla de Toas las manifestaciones, típicamente hidrotermales, conforman vetas de poco espesor paralelas entre sí, rellenando fracturas en granitos totalmente metamorizados. Aún cuando las reservas parecen ser bajas, la alta calidad del material y la facilidad de extracción, pueden hacer factibles una explotación comercial a cielo abierto.

En la zona de Cerro Mono - Seboruco, estado Táchira, se detectaron niveles ricos en barita. El mineral se presenta como delgados lentes, diseminaciones y masas a lo largo de gruesas secuencias de limolitas rojizas típicas de la Formación La Quinta. Aparentemente estos niveles, asociados con eventos tipo sabhka, son de pequeña dimensión de manera que su explotación debe ser a pequeña escala.

La zona de Santa Isabel - El Chino - San Sebastián, estados Guárico y Aragua, conforman una interesante faja metalogénica de bario - zinc cobre, asociada con profundos fallamientos regionales que afectan secuencias volcánicas del Grupo Villa de Cura. Los depósitos de barita de excelente calidad, se presentan como lentes y masa muy tectonizadas, con una intensa alteración hidrotermal (Rodríguez, 1971. El presente estudio está referido a las características de la zona mineralizada.

Investigaciones realizadas en la zona del Cerro impacto, estado Bolívar, han ubicado un importante Complejo Carbonatítico rico en tierra raras y torio, que muestran una intensa baritización. Sin embargo, la alta radioactividad de la mena la hace inutilizable por la industria petrolera.

Consumo

La barita es utilizada en el sector petrolero para la manufactura de fluidos de perforación de alta densidad. Con un peso específico de 4.2 - 4.4 y con una abrasividad nula, la barita constituye la única mena de bajo costo utilizada para la fabricación de estos fluidos. Se han ejecutado numerosas pruebas industriales utilizando ilmenita y hematita con miras a sustituir la barita en este sector, pero el alto índice de abrasividad de esos minerales, lo cual significa desgaste profundo en los componentes de las bombas, ha imposibilitado su uso a gran escala.

Debido a la alta producción petrolera venezolana y a los constantes programas de perforación en zonas relativamente vírgenes, nuestro país conforma en la actualidad una de las naciones con mayor índice de importación de barita. De hecho, más del 90% de la barita consumida en el país va dirigida al sector petrolero. El resto es consumido por los sectores de la pintura y química.

De acuerdo a datos suministrados por PDVSA, Venezuela importó durante 1994, alrededor de 185.000 TM de barita grado petrolero (peso específico mínimo de 4.2 según especificaciones API). La barita bruta, importada esencialmente de México, Perú, Marruecos, China y los Estados Unidos, es molida y micronizada en plantas ubicadas en el país y posteriormente vendida a las filiales de PDVSA, FOB área de perforación.

3-Área de Estudio

Antecedentes de la Exploración

A lo largo de la zona Santa Isabel - El Chino se localizan cuerpos mineralizados con Cu, Zn, Ag, Pb y Ba, asociados según algunas investigaciones a rocas metavolcánicas de la Formación Santa Isabel. Una mena en el área de Santa Isabel fué explotada comercialmente hasta 1966; el cuerpo mineralizado lo constituye una masa de polisulfuros metálicos (esfalerita, pirita y calcopirita) y cantidades menores de galena, tennantita, bornita y tetrahedrita, además existe una mineralización diseminada y minerales secundarios. La ganga es cuarzo, barita y azurita.

López (1942) propone para este yacimiento un origen netamente hidrotermal - epitermal. Estudios posteriores ejecutados en la zona por la Dirección de Geología del Ministerio de Energía y Minas entre los años 1973 y 1977 ubicaron masas de barita asociadas con secuencias metavolcánicas y metasedimentarias que tipican los yacimientos volcanogénicos hidrotermales.

Rodríguez (1977) hace referencia a dos tipos de depósitos de barita en esta faja, un tipo de barita masiva asociada con niveles de sulfuros de metales bases, esencialmente de zinc y cobre, tipificando la clásica asociación Zn- Cu- Ba ubicadas en las zonas hidrotermalizadas. Y un segundo tipo, caracterizado por la presencia de barita masiva de alto grado sin asociación con sulfuros de metales bases, en contacto directo con las rocas metasedimentarias y metavolcánicas.

Briceño (1979) propone un origen volcanogénico - singenético.

Flores (1984) señala nuevas zonas anómalas en barita y reporta dos cuerpos mineralizados, uno en la quebrada Los Corozos y el otro en las inmediaciones de la quebrada El Chino, aproximadamente 250 metros aguas abajo de la confluencia de Los Corozos con El Chino indicando un origen volcanogénico con cierto carácter hidrotermal, debido a la presencia del mineral cymrita.

Localización y Acceso

La zona de estudio está localizada entre las poblaciones Villa de Cura, San Juan de los Morros y San Sebastián de los Reyes, estados Aragua y Guárico. El área

comprende aproximadamente 135 KM² y sus límites son al norte el Valle de Tucutunemo (Villa de Cura - Zárata), al sur la línea limítrofe del Estado Guárico, al este la población de San Sebastián de los Reyes y al oeste la carretera Villa de Cura - San Juan de los Morros. (Fig 1)

Sus coordenadas son:

GEOGRAFICAS:

Utm:

10 ° 01' 44 " N 67° 19'55 " W
09 ° 56' 50" N 67° 11'42 " W

N 1.109. 000 E 698. 000
N 1.100. 000 E 683. 000

El acceso al área de estudio se logra a través de la Carretera Nacional de primer orden V-II que se dirige desde Cagua hasta Camatagua, atravesando las poblaciones de Villa de Cura, San Juan de los Morros y San Sebastián de los Reyes. Desde la carretera asfaltada hasta la faja investigada existen vías engranzonadas utilizables por vehículos rústicos, continuando luego por caminos y cauces de los drenajes, siendo este acceso posible tanto en épocas de verano como en invierno.

Clima y Vegetación

Las características climatológicas corresponden a las de tipo de clima tropical húmedo, basado en la clasificación de Kooffen, adaptada por Freile (1969) y Zambrano (1970).

La temperatura media anual es alrededor de 25OC, característica del clima tropical. La precipitación varía entre 800 a 1.200 mm en algunas áreas y entre 1.200 a 1.600 mm en otras, presentando desde mayo a noviembre un régimen de lluvia y desde diciembre hasta Abril un régimen de sequía.

La vegetación predominante la constituyen los bosques húmedos a sub-húmedos tropófilos, que alternan con vegetación de sabana y chaparros. Se pueden observar bosques áridos cerca de los morros, hacia al sur, y bosques densos nublados sobre los 800 y 1.000 m. s. n. m.

Fisiografía y Drenaje

El área de estudio está ubicada en la Serranía del Interior, Sistema Montañoso del Caribe. Geomorfológicamente esta Serranía es muy compleja, debido en parte a que las secuencias volcánicas y metamórficas se asocian con unidades sedimentarias cuya combinación influye sobre la complejidad topográfica del sistema.

El área bajo estudio se encuentra en terreno montañoso donde las elevaciones oscilan entre los 600 y 1.800 m. s. n. m. Los valles son ligeramente suaves en su comienzo pero a medida que se asciende comienzan a aparecer grandes saltos y la pendiente se hace muy pronunciada, entre 45° y 50°.

El río Pao y las quebradas principales El Chino, Cataurito y El Vallecito pertenecen a la red hidrográfica del río Guárico, que constituye el principal drenaje de toda la región. Estos drenajes disminuyen su caudal en los meses de sequía, pero

conservan un flujo constante de agua durante todo el año. Las quebradas y tributarios pequeños son de régimen intermitente.

La acción erosiva del drenaje ha permitido dejar al descubierto las mineralizaciones encontradas. Los afloramientos de rocas que conforman el paisaje de colinas y montañas están disectadas predominando un patrón de drenaje dendrítico a sub-dendrítico.

4- Aspectos Geológicos

Geología Regional

Las mineralizaciones de barita enmarcadas en el área de estudio se asocian a las rocas volcánicas metamorizadas del Grupo Villa de Cura, el cual se extiende a lo largo de 280 Km en dirección este- oeste a través de los estados Guárico, Cojedes, Carabobo, Aragua y Miranda, con una anchura de 30 Km aproximadamente. Está en contacto de falla por el norte con la Formación Paracotos (Falla de Agua Fría) y por el sur con rocas sedimentarias del Cretáceo y Terciario inferior a través del corrimiento de Cantagallo, falla de La Puerta y falla del Guárico. (Fig. 2)

Aguerrevere y Zuloaga (1937-1938), introducen el término Grupo Villa de Cura para designar una asociación compleja de rocas que varían en edad desde el Cretáceo Medio hasta el Paleoceno, y lo **subdividen en dos formaciones; Formación Charallave y Formación Villa de Cura.**

Shagam (1960), descarta la definición original y la redefzne como una unidad o secuencia de rocas predominantemente metavolcánicas, dividiendo el Grupo en cuatro formaciones de acuerdo a la abundancia relativa de los diferentes tipo litológicos: El Caño, El Chino, El Carmen y Santa Isabel, siendo las tres primeras producto de un solo período volcánico y la última formada por un conjunto de rocas metasedimentarias.

Formación El Caño:

Esta formación constituye la unidad basal del Grupo Villa de Cura; se extiende por los estados Carabobo, Guárico, Aragua y Miranda. Consiste en una secuencia de metatobas afaníticas básicas laminadas de color verde (70%); metalavas básicas de color azul verdoso macizas (20%); metacherts y meta-areniscas (10%) (Shagam op. cit). La sección tipo de esta formación se localiza en la quebrada El Caño, afluente del río Pao, estado Aragua.

Formación El Chino:

Aflora en la Hacienda El Chino - Aragua Central. Se extiende a través de la parte central de los estados Aragua y Miranda, parte norte del estado Guárico y oriental del estado Carabobo.

Litológicamente esta unidad es una secuencia estratigráfica de metatobas de grano fino con cantidades menores de basaltos espelíticos, metacherts negros, filitas grafiticas, granulitas y esquistos cuarzo-albfticos. También han sido descritas metalavas piroxenicas. Se calcula un espesor de 1.500 metros. La Formación El

Chino es concordante y transicional tanto con la Formación El Caño en la base, como con la Formación El Carmen en el tope.

Formación El Carmen:

Toma su nombre de la Hacienda El Carmen, entre Villa de Cura y San Juan de los Morros. Se extiende por los estados Aragua, Guárico y Carabobo.

Litológicamente consiste en una gruesa serie de basaltos espelíticos con visibles fenocristales augíticos verdes y metatobas asociadas. Esta unidad presenta contacto transicional en el tope con la Formación Santa Isabel.

Formación Santa Isabel:

Es la unidad más joven del Grupo Villa de Cura. La localidad tipo se encuentra en la Hacienda Santa Isabel a unos 15 Km al noreste de San Juan de los Morros en el estado Aragua. Se extiende por Miranda Central, Aragua Central, Guárico Septentrional y Carabobo Oriental.

Consiste de una interestratificación de esquistos cloríticos, granulitas y esquistos cuarzo-albíticos de origen metasedimentario, también se observan cantidades menores de lavas y cherts metamorfizados. Infrayace discordante a la Formación Tiara.

Menéndez (1966) coloca al Grupo Villa de Cura dentro de un bloque o faja tectónica, emplazado en su posición actual entre el Paleoceno y el Eoceno.

Piburn (1968) publica un trabajo donde se describe detalladamente la zonación metamorfa del Grupo Villa de Cura; proponiendo un incremento del grado de metamorfismo de sur a norte.

Correa (1982), Serrano (1982), Lugo (1982) y Navarro (1983), dividen las rocas aflorantes en cuatro unidades, las primeras tres pertenecientes al Grupo Villa de Cura; unidad de granofels como la más antigua, equivalente a Santa Isabel; unidad de metalavas que suprayace a la anterior, equivalente a El Carmen; unidad de metatobas equivalentes a El Chino y El Caño y finalmente una cuarta unidad descrita como unidad de lavas, brechas y tobas equivalentes a las volcánicas de Tiara. Según estos autores la edad depositacional aumenta de norte a sur, al igual que el grado de metamorfismo, existiendo una zonación metamórfica opuesta a la propuesta por Piburn (1968) al igual que la secuencia estratigráfica propuesta por Shagam (1960):

Geología Local

La faja está caracterizada por la presencia de metatobas de grano fino, basaltos espelíticos, esquistos cloríticos - epidóticos, metacherts y filitas grafitosas, presentando varios de ellos niveles de sueros metálicos y barita. Esta litología se asocia a los niveles metasedimentarios y metavolcánicos de las Formaciones El Chino y El Carmen del Grupo Villa de Cura.

Las metatobas son las rocas más abundantes de las secuencias y forman acumulaciones espesas, generalmente entre 10 y 20 metros de espesor. Son rocas de color verde a verde azulado muy tectonizadas, ricas en vetas de cuarzo y parcialmente epidotizadas.

Los metabasaltos espelíticos son flujos de lavas y se encuentran interestratificados con las metatobas. Varían entre el verde oscuro y el azul verdoso con fenocristales augíticos de hasta 1cm de largo. En su composición predominan clorita, cuarzo y piroxeno.

Los metacherts de color negro, afaníticos, laminados en delgados espesores, están compuestos por cuarzo, clorita y pirita; aparecen en la secuencia interestratificados con los esquistos cuarzosos y las filitas, que suelen ser grafitosas en algunos casos.

Los esquistos cloríticos - epidóticos son de color verde grisáceo a verde oscuro, de grano fino y meteorizan a un agregado pardo, escamoso, semejante en apariencia a una lutita. Como componentes mayoritarios aparecen clorita, epidoto, cuarzo y cristales de pirita; en cantidades menores lausonita y glaucofano.

Dentro de estas secuencias se ubicaron varias zonas presentando alteración hidrotermal caracterizada por silicificación, sericitización y piritización muy posiblemente asociados con eventos metalógenicos de tipo volcánico - hidrotermal. Tal es el caso de la parte alta de la quebrada Los Paraparas y la quebrada El Talle donde la roca caja constituida por metalavas verdes y esquistos cuarzo feldespáticos está afectada por procesos hidrotermales muy típicos, similares a la mineralización presente en el área de Santa Isabel.

Relativo a las mineralizaciones de barita, en la quebrada Los Corozos aflora una masa de barita lenticular de color blanco grisáceo, con aproximadamente 2 metros de espesor y una longitud de 5m. La roca se presenta muy compacta y uniforme, rumbo N75E y buzamiento 62 S en contacto concordante con filitas cuarzo sericíticas de la Formación El Chino.

En la zona de alteración hidrotermal ubicada en la quebrada El Valle una muestra de roca analizada petrográficamente describe esquisto de baritina cuarzo tremolita - glaucofano con aproximadamente 68% de baritina indicativo de un área potencial de mineralización de barita.

Geología Estructural y Tectónica

La zona de estudio ha sido afectada localmente por los eventos tectónicos que han acompañado la evolución tectónica del Sistema Montañoso del Caribe. Debido a ello, la faja de Villa de Cura ha sido sometida a continuos procesos de metamorfismo intenso, aloctonismo durante un largo proceso de tiempo, orogénesis regional, sobrecorrimientos complejos, tectónica gravitacional y reajustes estructurales locales.

Esta compleja tectónica ha transformado la región en un mosaico de rocas estructurales delimitados por numerosos fallamientos regionales y fallas locales sumamente importantes. Todo esto afectó profundamente las secuencias

mineralizadas originales, transformando los niveles económicos en intervalos fracturados, lenticularizados y cizallados (Rodríguez, 1971).

Esta profunda alteración estructural a que han sido sometidas las rocas metavolcánicas y metasedimentarias que afloran en el área han dado como resultado la abundancia de fallas y plegamientos locales intensos.

Tres sistemas regionales de fallas fueron evidenciados en la zona investigada; uno con dirección NW –SE, otro con dirección NE-SW y el tercero E-W. Predominan las fallas de tipo transcurrente y fallas secundarias productos de ajustes gravitacionales.

Los sistemas múltiples de diaclasas son comunes en toda la secuencia.

El rumbo predominante es NE con buzamientos altos hacia el sur, mayores de 50°. Por lo general las direcciones de los sistemas de diaclasas suelen ser paralelos y/o perpendiculares al plano defoliación de la roca.

Los pliegues de dislocación y los pliegues intrafoliales son característicos y muy comunes en la zona. Apparently los pliegues de dislocación son consecuencia de deslizamientos por flexión a causa de presiones casi paralelas a la foliación. Los pliegues intrafoliales son más numerosos que los anteriores y afectan toda la secuencia de rocas, principalmente los niveles esquistosos.

5- Trabajos Realizados

Prospección Geoquímica

El objetivo de la explotación geoquímica es determinar la distribución y abundancia de elementos alrededor de una mineralización, y proyectar este conocimiento en la búsqueda de yacimientos.

En el presente trabajo, el estudio del elemento bario es imprescindible para la ubicación de las mineralizaciones de barita y se seleccionaron los elementos Zn, Cu y Pb por su asociación geoquímica con este tipo de mineralización. El estudio del comportamiento de los elementos Na, K, Fe, Mn, Ca, y Mg también contribuye con la delimitación de áreas mineralizadas por lo que es conveniente incluirlos en los próximos análisis a ejecutar.

Geoquímica de los Elementos Estudiados

Bario:

El bario es un elemento abundante de la litosfera superior. Se caracteriza geoquímicamente porque a pesar de su abundancia, no forma minerales independientes en las rocas ígneas más que en casos excepcionales.

Debido a la similitud de los radios iónicos del Ba^{++} ($r_i=1.50 \text{ \AA}$), (K^+ $r_i=1.59 \text{ \AA}$) y Sr^{++} ($r_i=1.33 \text{ \AA}$), el Ba^{++} puede sustituir al K^+ y Sr^{++} , en diferentes minerales.

La muscovita y biotita son minerales importantes por su contenido de bario, en la muscovita bárica ollacherita puede existir hasta el 9% de bario, las biotitas báricas pueden tener hasta el 6. 16% de bario.

Los minerales hidrotermales de bario comprenden, entre otros, los siguientes: la barita, que es un componente común de muchos filones metalíferos; la whiterita, la hialofana que es común en la dolomita; la barilita, las ceolitas brewsterita, la harmotona, la edingtonita, la cymrita.

Las soluciones hidrotermales pueden extraer también bario de las rocas adyacentes, las soluciones que resultan se concentran en bario con relación al potasio.

Durante la meteorización, el bario se disuelve en forma de bicarbonatos, cloruros y sulfatos, aunque el sulfato de bario es muy poco soluble en el agua destilada, su solubilidad aumenta cuando existe en la disolución ácido clorhídrico o cloruro de metales alcalinos.

El bario puede separarse de la soluciones que resultan de la meteorización en forma de sulfato de bario por evaporación o neutralización de las aguas (por calizas) o por aumento en la concentración del anión sulfato. Las aguas minerales contienen hasta 10 - 12 gr/lit de bario.

Las soluciones de bicarbonato pueden precipitar sulfato de bario por la acción de las aguas que contienen sulfato.

La absorción del bario por las arcillas es debida a su radio fónico alto y potencial iónico bajo.

El bario se concentra en los oxidados ricos en manganeso debido a que el sol de Mn (OH)₄ que está cargado negativamente, por lo que atrae a los cationes, al contrario que el sol de Fe (OH)₃ que está cargado positivamente.

Zinc:

El zinc es un elemento generalmente asociado a depósitos de sulfuros magmáticos o hidrotermales, donde forma su propio mineral, la esfalerita (ZnS) junto a sulfuros de Fe, Cu, Pb y Ag.

En condiciones oxidantes, los sueros de zinc son inestables, el zinc pasa a solución, siendo controlada su movilidad por el p.H y el contenido de carbonatos existentes en el medio acuoso siendo este elemento más móvil a pH ácidos. A PH cercanos a la neutralidad o ligeramente alcalinos, el zinc es inmovilizado precipitándolo como Zn (OH)₂

Plomo:

El plomo es principalmente calcófilo con ciertas características de elemento siderófilo, es un elemento poco móvil y es retenido cerca de los cuerpos mineralizados como sulfatos insoluble, en forma de anglesita ó plumbojarosita.

Los minerales de plomo más importante son: galena, cerusita y anglesita. La oxidación de la galena (PbS) puede dar origen a la anglesita, esta oxidación es bastante lenta y el proceso es activado por la pirita, que produce sulfato férrico, actuando de esta manera como agente oxidante.

El sulfato de plomo es medianamente soluble por lo que no emigra mucho. Un factor que controla la movilidad del plomo es la concentración de hierro sobre las partículas finas de sedimentos, ya que el plomo puede absorberse con facilidad en esta fase sólida.

Cobre:

El cobre es un elemento principalmente calcófilo desde el punto de vista geoquímico, con una ligera tendencia siderófila.

Debido a su alto potencial de ionización, el cobre forma enlace covalente dificultando su entrada en los compuestos que poseen redes cristalinas iónicas, pero mostrando tendencia a ligarse con el azufre (González, 1972). Esto es compartido por Fournet y Schutz que indican que durante la fusión de los sulfuros la afinidad del cobre por el azufre es muy importante.

Según Newhouse (1936) y Ramdohr (1940), el cobre se encuentra principalmente o casi por completo, en forma de calcopirita, en las rocas

ígneas normales inalteradas, mientras que una cantidad más pequeña se encuentra en forma de bornita y cubanita.

Trabajo de Campo Laboratorio

Trabajo de Campo

Las actividades de campo se realizaron en los meses de Agosto Septiembre, desde el 01-08-95 hasta el 08-09-95; estas incluyeron el levantamiento geológico del área de estudio y la recolección de sedimentos pesados (método de batea) y las fracciones comprendidas entre 60 - 80 mallas. Así mismo se recolectaron muestras de rocas y muestras mineralizadas, esta recolección se realizó a través de los ríos y quebradas principales (río Bao, quebradas Vallecito, Cataurito, El Chino), y sus respectivos afluentes (ver mapa N° I). Los sedimentos fueron tomados siguiendo un patrón de muestreo compuesto, seleccionando los sedimentos activos.

Se recolectaron un total de 313 muestras de sedimentos (145 pesados, 141 livianos menos 80 mallas y 27 livianos entre 60-80 mallas) y 41 muestras de rocas. Los sedimentos fueron tamizados en el campo y secados al aire libre, se guardaron en bolsas plásticas rotuladas y enviados al laboratorio para su posterior análisis químico.

Trabajo de Laboratorio

Debido a las dificultades económicas solamente se enviaron al laboratorio 34 muestras de sedimentos pesados para su análisis químico. Estas muestras se

llevaron a solución (disolución total) y se analizaron los elementos Ba, Cu, Pb y Zn mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica (tabla N°1). El resto de las muestras permanecen almacenadas para su posterior análisis.

Por las mismas razones, solamente se enviaron 14 muestras de rocas para realizar el análisis petrográfico con microscopio de luz paralizada, y el análisis mineralógico por difracción de rayos x. Este trabajo se realizó en los laboratorios del M.E.M en La Urbina. Los resultados se encuentran en forma detallada en el anexo correspondiente

TABLA N° 1

Análisis Químico de Materiales Pesados en el Arfa El Chino

Muestras	Bam	Cam	Znm	Pbm
ABP-4	230	65	60	45
ABP-5	1300	60	75	35
ABP-10	5200	95	80	35 j
ABP-12	1750	100	95	20
ABP-14	900	100	100	25
ABP-19	1880	110	130	30
ABP-25	450	80	80	35
ABP-30	350	75	80	35
ABP-31	500	80	85	35
ABP-37	1440	60	55	40
ARP-40	130	60	55	45
ABP-52	630	115	85	35
ABP-53	4,00	60	50	25
ABP-62	500	70	75	55
ABP-70	380	100	75	55
A-BP-74	1000	150	140	45
ABP-75.	1000	90	90	45
ABP-81	890	105	90	55
ABP-83	400	85	75	55
ABP-89	180	50	60	65
ABP-91	3350	45	55	65
ABP-93	200	45	60	45
ABP-94	180	50	65	55
ABP-99	210	175	75	70
ABP-102	250	110	75	60
ABP-112	310	160	190	110
ABP-126	230	80	45	110
ABP-127	110	90	50	75
ABP-131	110	95	60	85
ABP-135	180	135	40	75
ABP-141	110	160	50	75
ABP-143	200	180	50	75
ABP-145	280	90	45	75
ABP-148	970	125	125	60

Procesamiento De Datos

El procesamiento de datos comprende los siguientes pasos.

1- Determinación de valores de fondo, umbral y anómalos para los elementos Ba, Cu, Zn y Pb en el concentrado, tomando como base los resultados obtenidos en los análisis químicos de minerales pesados. (tabla N° 1). Valor de Fondo: Son los valores comprendidos en el intervalo de 0 a 50% de frecuencia acumulada. Valor de Umbral: Son los valores comprendidos en el intervalo de 50 a 95% de frecuencia acumulada. Valor Anómalo: Son los valores mayores a un 95% de frecuencia acumulada.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla N° 2.

2- Determinación de Valores Geoestadísticos aplicando cálculos estadísticos de la media, desviación standar, mediana y valores mínimos y máximos de concentración en ppm y de Ba considerando masa total Gr/ton.

Los resultados se presentan en la tabla N° 3.

3- Estudio de correlaciones entre elementos. Tiene como finalidad la determinación del grado de asociación entre las especies, con la idea de poder comparar sub - zonas geoquímicamente similares. Para el establecimiento de correlaciones se utilizaron los parámetros de concentración de los diferentes elementos, determinándose el factor estadístico de correlación. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla N° 4.

TABLA N° 2

Valores de Fondo, Umbral y Muestras Anomalias para los Elementos Ba, Zn, Cu Y Pb en el Concentrado y Ba Considerando Masa Total Gr / Ton.

ELEMENTO	FONDO	UMBRAL	MUESTRAS CON VALORES DENTRO DEL UMBRAL	MUESTRAS ANOMALAS
<i>Ba (ppm)</i>	11 0-1424	1424-2458	ABP-10 ABP-37 ABP-12 ABP-91 ABP-19	ABP-10 ABP-91
<i>Zn (ppm)</i>	40 -106	106 -137	ABP-19 ABP-112 ARP-74 AM-148	ABP-19 ABP-74 ABP-112
<i>cm (ppm)</i>	45 -127	127 -164	ABP-74 ABP-135 ABP-99 ABP-141 ABP-112 ABP-143	ABP-99 A-BP-112 ABP 141
<i>Pb (ppm)</i>	20 - 77-	77 - 79	ABP-112 ABP-126	ABP-112 ABP-126
<i>Ba (grl ton) (masa total]</i>	0.1 - 2. 9	2. 9 - 5. 3	ABP-10 ABP-91	ABP-10 ABP-91

TABLA N° 3

Valores Geoestadísticos

VARIABLE / N	MEDIA	DESY. STAND ARD	MEDI ANA	MIN IMO	MAXI MO
Ba(gr/ton) 34	1.479412	2.46	0.40	0.10	13.00
Ba (ppm) 34	770.588235	1033.97	390.00	110.00	5200.00
Zn (ppm) 34	77.058829	31.29	75.00	40.00	190.00
Cu (ppm) 34	95.735294	36.89	90.00	45.00	180.00
Pb(ppm) 34	54.705882	22.36	55.00	20.00	110.00

TABLA N° 4

Estudios de Correlaciones (Spearman)

	Ba	Cu	Zn	Pb
Ba	1.00000	-0.01399	0.59788	-0.62051
cm	-0.01649	1.00000	0.32220	0.24014
Zn	0.59788	0.32220	1.00000	-0.46558
Pb	-0.62051	0.24014	-0.46558	1.00000

T = 1.00	CORRELACION GRANDE
T = 0.90 a 0.99	CORRELACION MUY ALTA
T = 0.70 a 0.89	CORRELACION ALTA
T = 0.40 a 0.69	CORRELACION MODERADA
T = 0.20 a 0.39	CORRELACION BAJA
T = 0.01 a 0.19	CORRELACION MUY BAJA
T = 0.00	CORRELACION NULA
T = -1.00	GRANDE Y NEGATIVA

Discusión de Resultados

En la tabla N° 2 donde se presentan los parámetros estadísticos (fondo, umbral y anomalías) para los elementos Ba, Cu, Pb y Zn se observa que las muestras con valores sobre el fondo para el elemento bario son: ÁBP-10 (qda. Las Tunas), ÁBP-12 (qda. Los Paraparos), ÁBP-19 (qda. Los Papayos), ABP-37 (qda. Los Corozos) y ABP- 91 (qda. El Valle), siendo las tres primeras afluentes de la quebrada El Chino y la última afluente del río Pao. De estas, destacan las muestras 10 y 91 que son completamente anómalas.

Tomando en consideración todas las muestras por encima de la mediana (tabla N° 3) para el elemento bario, se delimitó un blanco con mayor potencial para mineralizaciones de barita, de unos 20 Km² que incluyen las quebradas Los Corozos, Copey Las Tunas, Los Paraparos, Los Papayos, afluentes de la quebrada

El Chino y las cabeceras de Las Tablas y El Valle, afluentes del río Pao (ver mapa N° 3).

Es en esta área donde hay las mayores probabilidades de conseguir zonas mineralizadas con barita. Litológicamente coincide con las formaciones El Carmen y El Chino, equivalente a las unidades de metatobas y metalavas descritas por Navarro (1983).

Es muy importante destacar las mayores concentraciones del elemento Ba en sedimentos pesados en las muestras ABP-37 y ABP-91. La muestra 37 está ubicada en la quebrada Los Corozos donde aflora la masa lenticular de barita. La muestra 91 localizada en la quebrada El Valle, fué analizada petrográficamente resultando un esquistos de baritina, cuarzo tremolitoglaucófano, epidótico, pirítico lawsonítico con un 68% de baritina (ver análisis petrográfico), lo que se corresponde con el valor anómalo obtenido. Lo anterior confirma la efectividad del método geoquímico y el método de análisis para ubicar y delimitar mineralizaciones de barita.

En relación al elemento Zn, (tabla N° 2), se tienen cuatro valores sobre las concentraciones de fondo. Estos corresponden a las muestras ABP19 (qda. Los Papayos), ABP-74 (qda. La Tablas), ABP-112 (río Pao) y ABP 148 (qda. Copey). Es significativo destacar que en el sitio donde se tomó la muestra ABP-148 se localizó un afloramiento cortado por el drenaje con una alta proporción de pirita idiomórfica con cristales hasta de 6 mm e identificada como un esquistos anfibólico-diorítico-Piroxénico-Pirítico metabasalto-toleítico. El área de distribución del Zn considerando los valores por encima de la mediana coincide con la del bario, siendo este blanco de unos 23 Km². En la tabla N° 4, se puede observar que el Ba y el Zn presentan la más alta correlación (0, 60), lo que indica que tienen una asociación geoquímica. Su área de influencia abarca litológicamente las formaciones El Carmen y El Chino.

Las muestras con valores mayores que el fondo para el elemento Cu son las ABP-74 (qda. Las Tablas), ABP- 99 (qda. El Valle) y la ABP-112 (río Pao) (tabla N° 2). El área de distribución para este elemento es de unos 35 Km², mayor que para el Ba y Zn. Esta área coincide con las áreas de influencia del Ba y Zn.

Las muestras con valores mayores que el fondo para el elemento plomo son la ABP-112 (río Pao) y ABP-126 (qda. Pirital; afluente del Pao). El área de distribución del elemento plomo no coincide con las del Ba, Cu y Zn, encontrándose su entorno dentro de las cabeceras de la quebrada Cataurito, Pirital y El Valle cubriendo un área de unos 18 Km² y enmarcada dentro de los límites de las formaciones Santa Isabel y El Carmen (ver mapa geoquímico N° 4).

6- Conclusiones

- 1- Como resultado de los estudios de prospección geoquímica ejecutados se logró ubicar áreas anómalas en bario y delimitar una amplia zona hidrotermalizada asociado a los intervalos litológicos de las Formaciones El Chino y El Carmen del Grupo Villa de Cura.
- 2- Las anomalías en bario delimitan un área potencial para mineralizaciones de barita de aproximadamente 20 Km² que incluyen las Quebradas Los Corozos, Copey Las Tunas, Los Paraparos, Los Papayos, afluentes de la quebrada El Chino, y las cabeceras de Las Tablas y El Valle, afluentes del río Pao.
- 3- En la Quebrada Los Paraparos se detectó la presencia de una zona hidrotermalizada caracterizada por intervalos sericíticos, piríticos y silíceos semejantes a la mineralización de Santa Isabel, Edo. Guárico.
- 4- La coincidencia en el área de distribución del bario y el zinc y el hecho de obtener la más alta correlación en el estudio efectuado señalan que estos elementos presentan una alta asociación geoquímica.
- 5- Toda la zona investigada se ubica en la secuencia metavolcánica y metasedimentaria de las Formaciones El Chino, El Carmen y Santa Isabel.

7- Recomendaciones

- 1- Realizar, con carácter prioritario, los análisis químicos y mineralógicos al resto de las muestras recolectadas durante la ejecución del presente estudio y que quedaron pendientes por analizar.
- 2- Incluir el estudio de los elementos Na, K, Fe, Mn, Ca y Mg en el análisis de los sedimentos para conocer la tendencia de sus comportamientos, los cuales son indicativos de la cercanía a depósitos masivos.
- 3- Ejecutar los estudios detallados de campo a escala 1: 5000 en las áreas delimitadas con el fin de ubicar depósitos de barita factibles de ser explotados.

8-Figuras

FIG. 1
MAPA DE LOCALIZACION
DE LA ZONA DE ESTUDIO
EN EL EDO. ARAGUA

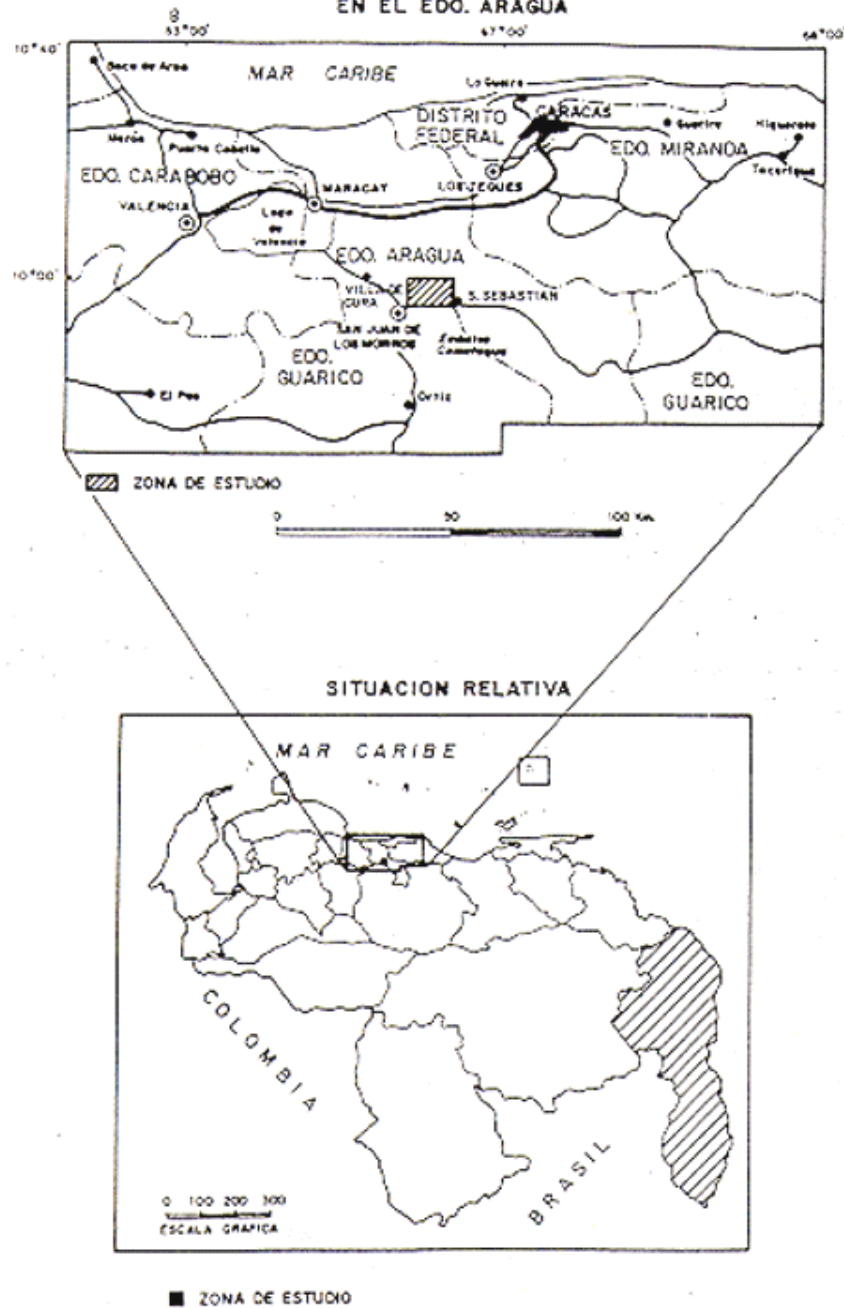


Fig. 2
MAPA GEOLOGICO REGIONAL

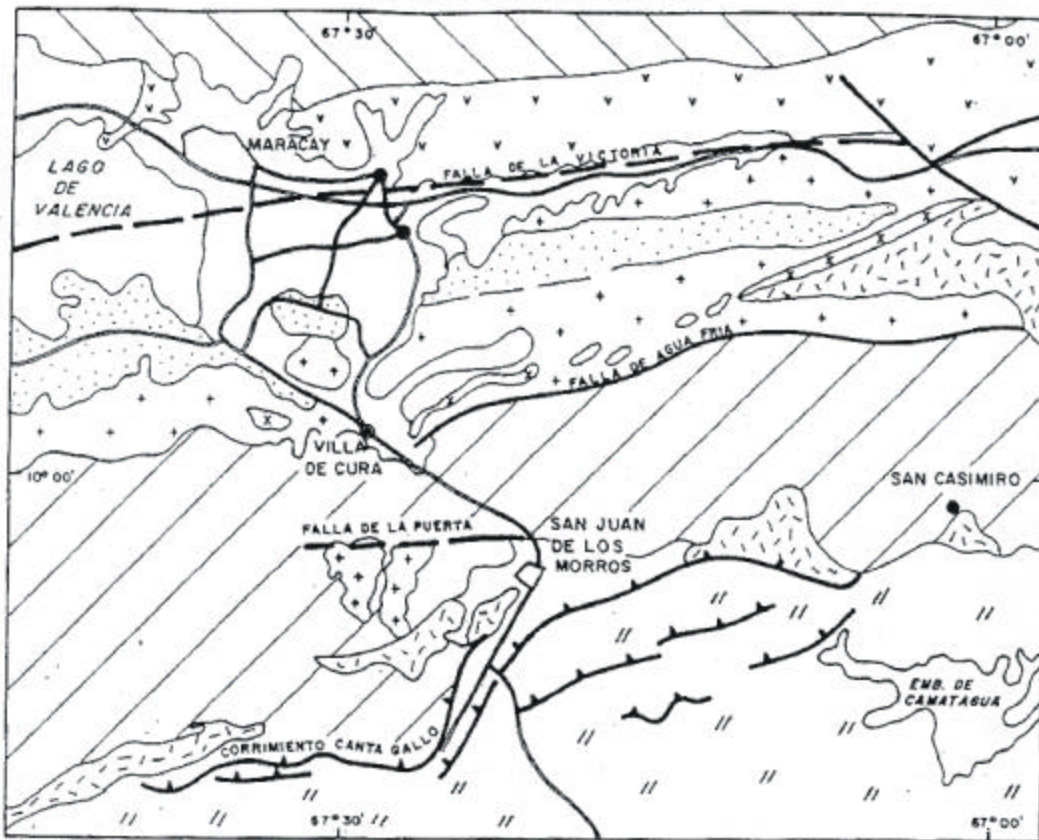


FIGURA 2

0 5 10 Km.

LEYENDA

	CUATERNARIO		FM. PARACOTOS
	CRETACEO Y TERCIARIO SIN DIFERENCIAR		COMPLEJO DE SEBASTOPOL
	GRUPO VILLA DE CURA		FM. LAS MERCEDES
	FORMACION TIARA		FM LAS BRISAS
	COMPLEJOS ULTRAMAFICOS Y OFIOLITAS		FALLA DE CORRIMIENTO
			FALLA GEOLOGICA

9- Bibliografía

AGUERREVERE, S E y ZULOAGA (1973) Observaciones Geológicas en la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela. BOL. GEOL y MIN (VENEZUELA) V: 1, N° 2-4, pp 3-22

BRICEÑO, H. (1979) Génesis de yacimientos minerales Venezolanos I. Sulfuros Masivos Volcanogénicos de Santa Isabel, Edo. Guárico, Venezuela. ACTA CIENT VENEZOLANA, 30, pp 83-88

FLORES, E. (1984) Estudio de dispersión primaria y secundaria de los elementos Ba, Pb, Zn, Cu, Na, K, Fe, Mn, Ca y Mg en rocas y sedimentos de quebradas con fines de Prospección Geoquímica de Barita en la quebrada El Chino, Estado Aragua. Tesis de Grado. U. C. V. Facultad de Ciencias. Caracas.

GARCIA, V. (1986) Exploración para la ubicación de yacimientos de barita, Sierra de Perijá, Zulia. Boletín de Geología, Caracas. Vol XVI, N° 28, pp 79-101.

GONZÁLEZ S. y PICCARD X. (1972) Sedimentación y aloctonía en el frente de montañas del Guárico, Venezuela. Memoria VI Conferencia Geológica del Caribe, Porlamar, 1972. Editor C. Petzalle, Cromotip. pp 83-89.

LEZICO ESTRATIGRÁFICO D E VENEZUELA (1969) Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, Segunda Edición.

LOPEZ, V (1942) Geología de la región comprendida entre Boca Chica y La Puerta y estudios de los yacimientos minerales de Santa Isabel, Aragua y Guárico. Revista de Fomento, Caracas, N° 47, pp 41-77.

LUGO, J. (1982) Geología de una zona situada al norte de San Sebastián de los Reyes, Estado Aragua, Tesis de Grado, U. C. V. Caracas, Venezuela.

NAVARRO, F E. (1983) Petrología y Petrogénesis de las rocas metavolcánicas del grupo Villa de Cura, Geol., N° 28, pp 170-318.

PIBURN, M.D. (1968) Metamorfismo y Estructura del Grupo Villa de Cura, norte de Venezuela. Bol. Geol., Caracas - Venezuela. 9 (18). PP 183-290. .

RODRIGUEZ, S. (1971) Lentes de Barita en el Grupo Villa de Cura, Bol. Soc. Ven. Geol., Caracas VI (3): 59-69.

(1977) Halos de Alteración asociados con sulfuros masivos ubicados en el Complejo Villa de Cura. Memoria V Congreso Geológico Venezolano, Tomo III, pp. 1.083-1.101.

SHAGAM, R. (1960) Geología de Aragua Central, MEM III Congreso Geológico Venezolano. Bol. Geol. Publicación Especial N° 3, Tomo II, pp. 574-675.