

ASPECTOS METALOTECTONICOS DEL GRUPO VILLA DE CURA  
VENEZUELA CENTRAL

Por: Simón Rodriguez M. (1)

RESUMEN

El Complejo de Villa de Cura, constituido litológicamente por una gruesa secuencia de esquistos cloríticos, tobas densas, flujos basálticos y cherts homogéneos, constituye típicamente una de las primeras secuencias deposicionales en la historia de los geosinclinales. El complejo se encuentra intrusionado por una serie de cuerpos ultrabásicos constituidos esencialmente por piroxenitas, hornblenditas y dioritas con una notable aureola de contacto y genéticamente asociados con los primeros fenómenos intrusivos maficos que afectan los cinturones móviles. Metalógicamente, hasta el momento, se han localizado mineralizaciones representando diversas etapas en la historia tectónica del geosininal. Cuerpos polimetálicos constituidos por masas de sulfuros de cobre, zinc y plomo, con una alta concentración argentífera, se asocian con las áreas hidrotermales de las secuencias keratófiro-espilíticas. Lentes de barita han sido localizados en áreas de notable fallamiento. Mineralizaciones cupríferas rodean parte de los plutones ultrabásicos y posiblemente se asocian con las etapas iniciales de las intrusivas maficas. Concentraciones de magnetita en forma irregular, se presentan en diversas zonas de las secuencias ultrabásicas, constituyendo las típicas segregaciones magmáticas de los procesos iniciales.

INTRODUCCION

El Grupo Villa de Cura constituye una de las principales unidades de la Cordillera de la Costa. Se extiende a través de los estados Miranda, Aragua, Guárico, Carabobo y Cojedes, cubriendo un área superior a los 10.000 km<sup>2</sup>. Aunque mucho ha sido escrito sobre su estratigrafía y estructura, todavía su posición tectónica en la Cordillera de la Costa es incierta y constantemente nuevos conocimientos salen a la luz pública sobre los problemas de aloctonía y autonomía de las diversas unidades del Complejo. Metalógicamente el Grupo Villa de Cura y sus plutones ultrabásicos asociados, constituyen una de las provincias de mayor importancia en la región septentrional del país. Su complicada historia tectónica ha estado asociada con procesos metalizantes que han producido yacimientos de importancia económica, tales como cuerpos polimetálicos de plomo y zinc y concentraciones de bario asociadas con áreas hidrotermales. Actualmente, gran parte del Complejo Villa de Cura está siendo estudiado geológica y metalógicamente en detalle por la Dirección de Geología y extensas zonas anómala en contenido de metales base han sido delineadas en algunas formaciones del Grupo.

(1) Ministerio de Minas e Hidrocarburos - Dirección de Geología - División de Recursos Minerales.

El autor desea expresar su agradecimiento al Director de Geología por permitir la publicación del presente trabajo.

#### ESTRATIGRAFIA Y SITUACION TECTONICA DEL GRUPO VILLA DE CURA

El Grupo Villa de Cura fué definido originalmente por Aguerreerrevere y Zuloaga (1937-1938) e incluía un conjunto de rocas que variaban en edad, desde el Cretáceo Medio hasta el Paleoceno. Smith (1953) redefinió gran parte de esa secuencia y posteriormente Shagam (1960) subdividió el Grupo en cuatro formaciones:

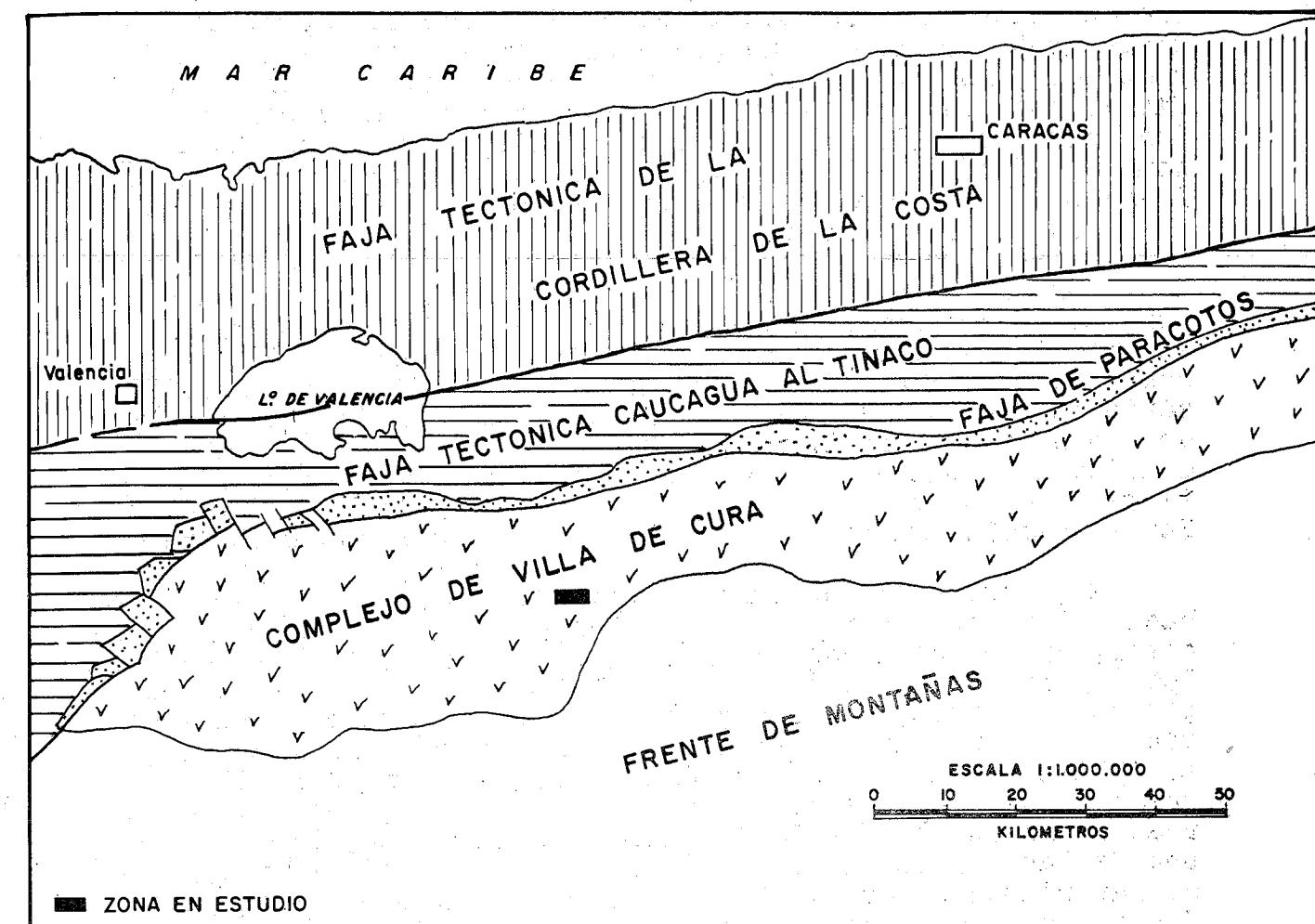
Santa Isabel - Es la formación más joven y consiste principalmente en una interestratificación de esquistos cloríticos y varias granulitas y esquistos cuarzo-albiticos de origen metasedimentario. También se observan cantidades menores de lavas básicas y cherts metamorfizados. La mineralogía es constante en toda la secuencia, caracterizada por glaucófano, actinolita, clorita, epidoto, cuarzo y albita en forma de porfiroblastos. Algunas intrusiones metadioríticas tabulares de color verde oscuro afloran al norte y oeste de San Juan, en contacto con esquistos cuarzo-albiticos. Shagam (1960) le asignó un espesor mínimo de 1.000 metros.

El Carmen - Consiste de una gruesa serie de basaltos espiliticos con visibles fenocristales augíticos verdes y rocas sedimentarias asociadas, variando de metatobas básicas afaníticas a grano grueso. Los rasgos sedimentarios primarios, como por ejemplo la estratificación con gradación, son muy comunes y están particularmente bien desarrollados. Aún cuando es difícil determinar la persistencia relativa de los flujos individuales de lava de las capas de toba, es notable la persistencia de la formación en conjunto. Shagam (1960) determinó un espesor mínimo de 600 metros.

El Chino - El paso de la Formación El Carmen a la Formación El Chino, está compuesto en su mayor parte por metasedimentos volcánicos, afaníticos o de grano fino, azules, verdes y grises. También hay una cantidad considerable de metabasalto porfirítico, verde azulado, idéntico en apariencia y mineralogía al de la Formación El Carmen y una cantidad moderada de esquistos cloríticos-cuarzo albiticos, muy similares a los de la Formación Santa Isabel. También hay una zona de esquisto epidótico-andalucítico-clorítico. Existen capas delgadas de metachert carbonáceo, laminado, de color negro que aunque en pequeñas cantidades son diagnósticos de la secuencia El Chino. El espesor mínimo de la Formación El Chino se calcula en 700 metros (Shagam - 1960).

Formación El Caño - La unidad está compuesta principalmente por metatobas afaníticas básicas, finamente laminadas, con pequeñas cantidades de metalavas básicas. Tanto las estructuras primarias como las secundarias; en las tobas están bien desarro-

#### MAPA DE LOCALIZACION COMPLEJO DE VILLA DE CURA



#### MAPA DE UBICACION

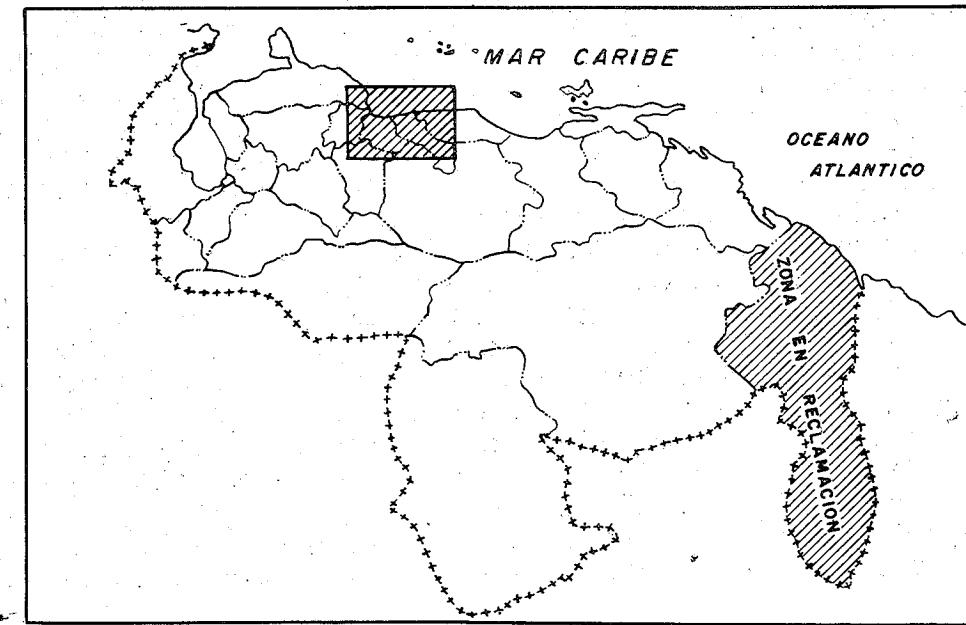


Fig. I

lladas presentándose en varias escalas. Las metalavas son rocas de color azul verdoso intenso, de grano medio, macizas a gruesamente foliadas. Se presentan con cuerpos tabulares delgados de persistencia intermedia, concordante con la estratificación de las tobas. No se observan caracteres estructurales primarios. Las estructuras secundarias son frecuentes y toman la forma de una foliación gruesa, paralela a la estratificación y una orientación plana imperfecta de fenocristales de augita en la misma dirección.

Posteriormente, González Silva y Piccard (1971) incluyeron a la formación Tiara dentro del Grupo Villa de Cura como su unidad más joven. Las rocas volcánicas de Tiara fueron descritas originalmente por Smith (1935) y comprenden una serie de flujos basálticos, conglomerados volcánicos y capas de tobas, asociadas con algunas facies intrusivas gabroicas y diabásicas. Shagam (1960) describe a las rocas volcánicas de Tiara en contacto de falla ó en discordancia con la Formación Santa Isabel. El espesor mínimo de la unidad es de 400 metros.

El Grupo Villa de Cura se encuentra en contacto de falla hacia el norte con rocas de las formaciones Tucutunemo y Paracotos, ambas asignadas al Cretáceo (Shagam, 1960 - MacLachlan, 1960) y hacia la región meridional las rocas volcánicas desaparecen por debajo de una gruesa cubierta de rocas sedimentarias no metamorfizadas (Shagam, 1960 - González Silva, et al 1961). De manera que el Grupo Villa de Cura constituye una gruesa secuencia de rocas metavolcánicas y metasedimentarias a través de toda la Cordillera de la Costa, tipificando una de las cuatro fajas tectónicas del geosinclinal y separada lateralmente por la falla de Agua Fria y por las complicadas estructurales meridionales del frente de montaña (González Silva et al).

La edad de las metavolcánicas y metasedimentos del Grupo Villa de Cura no está establecida. La secuencia, típicamente eugeosinclinal y ofiliótica, pudo depositarse por encima del Grupo Caracas y haberse deslizado posteriormente a su posición actual. En vista de que no afloran rocas del Grupo Villa de Cura en la región oriental del país, las hipótesis sobre un metamorfismo concomitante con el Grupo Caracas y en posterior deslizamiento hacia el sur después de la sedimentación, no pueden ser aplicadas en forma regional. En realidad, la presencia de las volcánicas de Villa de Cura y su asociación con la faja de Paracotos han constituido los principales problemas del gesinclinal de la costa, especialmente al tratar de explicar los ambientes tectónicos de las dos unidades y la posición estratigráfica del Grupo Villa de Cura. Menéndez (1965) observando el paralelismo de los estratos de Paracotos y Villa de Cura a través de la falla de Agua Fria (falla de estratificación), postuló la teoría del bloque alóctono; teoría soportada por Hess (citado por Oxburgh, 1965). Dentro de esta teoría el deslizamiento del bloque de Villa de Cura

debe haberse producido en tiempos del Maestrichtiense o posteriormente. Dentro de la faja de Paracotos, en contacto directo con el Complejo de Villa de Cura, la estructura es muy compleja en detalle. Varias intrusiones de serpentinitas se encuentran asociadas con la faja de Paracotos. Hess (citado por Menéndez, pag. 132, 1966), ha sugerido que estas rocas pueden haber formado parte de un manto que en su origen fue probablemente continuo y suministró el medio de lubricación por debajo del bloque deslizante de Villa de Cura.

Oxburgh (1965) concluyó que el bloque de Villa de Cura puede ser, ó un bloque alóctono que se deslizó a su posición actual en tiempos pre-coniacientes ó parte de un basamento pre-Cretáceo. La hipótesis del basamento es poco probable porque: 1) Todos los afloramientos del basamento al sur del grupo Villa de Cura y las rocas del basamento que se registran en las perforaciones, son diferentes al de los tipos de rocas de Villa de Cura (Shagam, 1960); 2) La zona migmática del Complejo de El Tinaco aflora por dos kilómetros de distancia a lo largo del rumbo desde el afloramiento más occidental. No se nota ninguna gradación entre estos dos grupos que se debería de anticipar si el Grupo Villa de Cura fuera equivalente al Complejo de El Tinaco. (Menéndez, 1966); 3) El Complejo Villa de Cura contiene un grupo de minerales característicos, muy diferentes a los conjuntos mineralógicos del basamento conocido en las cercanías de los aglomeramientos actuales del Grupo Villa de Cura (Shagam, 1960) y 4) La región de la fuente de los sedimentos del Grupo Caracas se encontraba al sur, en la región actual del Grupo Villa de Cura y era esencialmente de carácter granítico, como lo indica el hecho de que no se ha encontrado ningún tipo de material volcánico clástico en la formación Las Brisas y formaciones subsecuentes. (Shagam, 1960).

Shagam (1960, pág. 663), apoya la idea de que las volcánicas de Villa de Cura son más jóvenes que la formación Tucutunemo. De acuerdo a esto, las volcánicas de Los Naranjos y de El Caño podrían tener un origen relacionado y estas últimas representan una reaparición ó continuación del mismo tipo de vulcanismo. Es muy posible que el sitio de erupción de todas las volcánicas estuviese al norte del actual afloramiento de las rocas sedimentarias de Tucutunemo, específicamente en las cercanías de las intrusivas metadioríticas. Las intrusiones dioríticas y las de granito sódico posteriores pueden representar las facies intrusivas de las volcánicas básicas y las metatobas queratofíras de la formación Santa Isabel, respectivamente. Según Shagam (1960) la erupción de las volcánicas de Los Naranjos ocurrió al norte, seguida por la derivación de los conglomerados de Tucutunemo a partir de una provincia distributiva del basamento, situada a poca distancia hacia el sur. Más tarde ocurrió un nuevo vulcanismo (Villa de Cura) en el norte, el cual fue de una magnitud tal como para cubrir la formación Tucutunemo y extenderse más todavía hacia el sur.

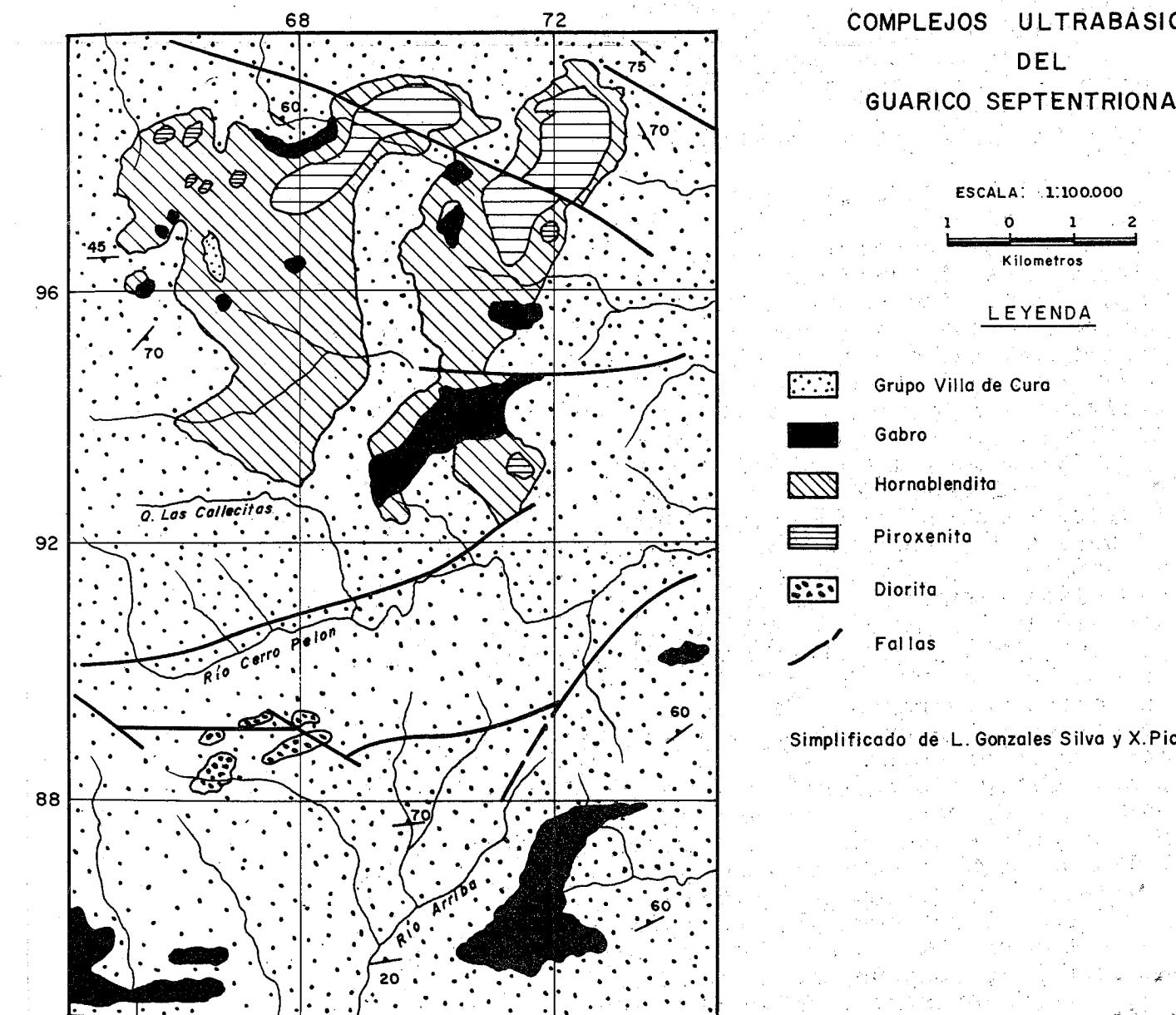
Cualquiera que sea la teoría para explicar el origen del Grupo Villa de Cura, puede decirse que las volcánicas hicieron erupción en forma subacuática, como lo evidencian un sin número de estructuras sedimentarias, tales como estratificación con gradación, de corte y relleno, etc. y la presencia de lavas almohadilladas. La variedad en rocas del Grupo Villa de Cura hace pensar que la deposición del Complejo no constituyó un solo episodio. La formación El Caño incluye lavas andesíticas y basaltos espilíticos. El Chino podría representar un segundo período de vulcanismo con lavas y tobas, alcanzando su punto culminante con el espeso manto de lavas de la formación El Carmen. La fase final, Santa Isabel, es más ácida y representa posiblemente tobas queratófidas. Con relación a las lavas de la formación Tiara, las cuales cubren al Grupo Villa de Cura, Shagam (1960) soporta la idea de que la erupción submarina de las volcánicas ocurrió después de la gran deformación del Cretáceo Medio. Los centros del vulcanismo constituyan posiblemente, un archipiélago volcánico situado a lo largo de la línea Villa de Cura-Charallave y no hay dudas de que esta actividad constituyó la última gran efusión de lavas, terminando antes del Maestrichtiense.

La presencia de los complejos ultrabásicos que intrusiónan las rocas del Grupo Villa de Cura en gran parte del Guárico Septentrional, indica claramente una importante unidad plutónica máfica asociada con el vulcanismo inicial. Los plutos, los cuales varían litológicamente desde gabros hasta dioritas (Fig. 2), constituyen una franja de cuerpos ovoides y alargados al oeste de la ciudad de San Juan de los Morros, aún cuando pueden ser localizadas a través de todo el Complejo Villa de Cura.

Uno de estos complejos (Complejo de Chacao) fue estudiado en detalle por Murray (1970) y de acuerdo a sus conclusiones, los cuerpos constituyen los típicos flujos máficos diferenciados. Las rocas están constituidas esencialmente por piroxeno, olivino y hornablenda. Los contactos entre piroxenitas olivínicas y hornblenditas, no hay dudas de que es gradacional. Las hornblenditas ó gabros hornablénidos son las rocas tipo marginal de la intrusión en contacto con las unidades de la formación Santa Isabel. Los gabros hornablénidos gradan a hornblenditas feldespáticas con más de 80% de hornablenda, pero no aparece una gradación completa a hornblendita.

La piroxenita olivínica es densa, masiva, consistiendo de prismas tabulares de clinopiroxenos y granos pequeños de olivino parcialmente serpentinizado. La composición más típica es 70-80% piroxeno y 30-20% olivino. Segregaciones de olivino en la piroxenita resulta en la formación de núcleos de piridotita ó duníta en forma de bandas ó cuerpos irregulares.

## COMPLEJOS ULTRABÁSICOS DEL GUARICO SEPTENTRIONAL



Los gabros hornablénidos afloran en forma de cuerpos discretos dentro y en las márgenes del Complejo é intrusionan rocas ultramáficas y metamórficas. Los gabros consisten de iguales proporciones de hornablenda y feldespato. Es fácil observar una secuencia completa transicional de gabros hornablénidos a hornablenda feldespática y en muchos casos, rocas feldespáticas contienen variedades maficas. Estas relaciones sugieren que los gabros hornablénidos representan la última fracción líquida remanente de la cristalización del magma ultramáfico y que aun estaba móvil después de la solidificación de las tempranas piroxenitas y hornablenditas (Murray, 1970).

El complejo ultramáfico está rodeado por una aureola metamórfica de contacto de espesor e intensidad variables, dependiendo de la composición de la roca-caja y del intrusivo. Las ultramáficas intrusionan esquistos feldespáticos, cherts y tobas riolíticas. Las rocas del Grupo Villa de Cura englobadas dentro de los cuerpos intrusivos (ver Fig. 2) han sido llevadas a un metamorfismo mucho mayor. Una movilización parcial ha producido texturas reomórficas y una mineralogía de alta temperatura caracterizada por la secuencia biotita-anfibol-hipersteno-quarzo y plagioclasa. Los estudios realizados por Murray (1970) indican definitivamente una cristalización de un magma simple y no de múltiples intrusiones como ocurre con los complejos de Alaska (Taylor y Noble, 1960) ó los Urales (Vorobyeva, O.A. 1961). La presencia de estos cuerpos ultramáficos intrusionando secuencias keratófido-espilíticas tales como el Grupo Villa de Cura, tipifican clásicamente la primera fase en la historia tectónica de los geosinclinales. De acuerdo a Bilikin (1955), Semenov y Serpukhov (1957) y McCartney (1962), el cinturón móvil se inicia con un intenso hundimiento en la zona axial y posiblemente en las áreas marginales. Este hundimiento está acompañado por una espesa acumulación de flujo volcánicos y piroclásticos predominantemente de composición espilito-keratofida ó basalto andesítico. Estos flujos están acompañados por cantidades subordinadas de sedimentos de grano muy fino, chert y material siliceo. No hay duda alguna de que las formaciones volcánicas del Grupo Villa de Cura se caracterizan por unidades litológicas de esta composición. Durante el plegamiento inicial, rocas ultramáficas y maficas, tales como gabros, piroxenitas, dunitas y dioritas son introducidas a través de las profundas fracturas de la corteza terrestre continuando la acumulación de volcánicas y sedimentos. Verdaderamente, McCartney (1962) ha demostrado la validez de estas teorías en sus estudios sobre los Apalaches canadienses, especialmente en las áreas orientales de New Foundland. Luego de las intrusiones ultramáficas iniciales y tempranas y de la profunda acumulación volcánica de andesitas y basaltos, la historia tectónica de los geosinclinales se caracteriza por la presencia de flysh, rocas calcáreas y unidades ácidas plutónicas, tales como granitos potásicos, alaskitas, aplitas, pegmatitas, granitos biotíticos y porfiritas, completamente ausentes en el Complejo Villa de Cura. En realidad, las características deposi-

TABLA I  
COMPARACION ENTRE LAS PRIMERAS FASES DE LOS CINTURONES MOVILES Y LAS FASES DEL COMPLEJO VILLA DE CURA

FASES	Rocas Sedimentarias y Volcánicas	Tipo de Rocas Intrusivas	Composición de Rocas Intrusivas		Depósitos o Manifestaciones Engógenas
			A.	B.	
TEMPRANA	A. Grauvacas, lutitas, cherts. Poco flujo basáltico	A. Andesitas, riolitas, dioritas, albítófiro, gabros, monzonitas, sienitas.	A. Asociaciones polimetálicas (Pb, Cu, Zn), asociaciones piriticas, asociaciones de Al, Cu, depósitos de Barita, Depósitos de Cu, Mo, depósitos de Scheelite, skarn de magnetita.	B. Asociaciones polimetálicas (Pb, Cu, Zn), cuerpos piríticos, mineralización de Ag (tetrahedrita-tennantita), depósitos de Barita	A. Asociaciones polimetálicas (Pb, Cu, Zn), cuerpos piríticos, mineralización de Ag (tetrahedrita-tennantita), depósitos de Barita
	B. Esquistos cloríticos, esquistos feldespáticos, granulitas, cherts, pequeñas cantidades de metavolcánicas	B. Intrusiones pequeñas y diques.	B. Metadioritas, metariolitas, meta-andesitas, dioritas, cuarcíticas, gabros.	B. Intrusiones pequeñas y diques.	B. Concentraciones de magnetita, Ti, cobre, sulfuros de Ni y depósitos de platino, cromo y asbestos.
INICIAL	A. Flujos volcánicos básicos, lutitas, tobas, cherts, rocas silíceas	A. Dunitas, gabros, peridotitas, hornblenditas, piroxenitas, dioritas.	A. Depósitos de magnetita, Ti, cobre, sulfuros de pirrotita y calcopirita, diseminada, mineralización de cobre en las aureolas.	B. Dunitas, gabros, peridotitas, hornblenditas, piroxenitas, dioritas.	B. Dunitas, gabros, peridotitas, hornblenditas, piroxenitas, dioritas.
	B. Metabasaltos, metatobas.	B. Grupos de plutones de varios tamaños.	B. Grupos de plutones de varios tamaños.	B. Grupos de plutones de varios tamaños.	B. Grupos de plutones de varios tamaños.

- A. Geosinclinales típicos (Modificado de Billikin (1955), Semenov y Serpukhov (1957) y Mc Cartney et al (1962)).  
B. Complejo de Villa de Cura y Plutones Asociados (Modificado de López, V. (1942), Shagam (1960), Murray (1971), González Silva et al (1971) y S. Rodríguez (1971)).

cionales del Grupo Villa de Cura (aguas profundas, naturaleza basáltica y andesítica y presencia de un exceso de materia silícea), la naturaleza de las intrusivas máficas, todas provenientes de un magma muy rico en MgO y con presiones de cristalización de 2.000 BWP a profundidades de 6 kms. y el espesor de los sedimentos de 10.000 metros (Léxico Estratigráfico de Venezuela, 1971, pp. 624), hacen pensar en un gran proceso geosinclinal de una importancia clave al considerar cualquier relación tectónica en el Caribe.

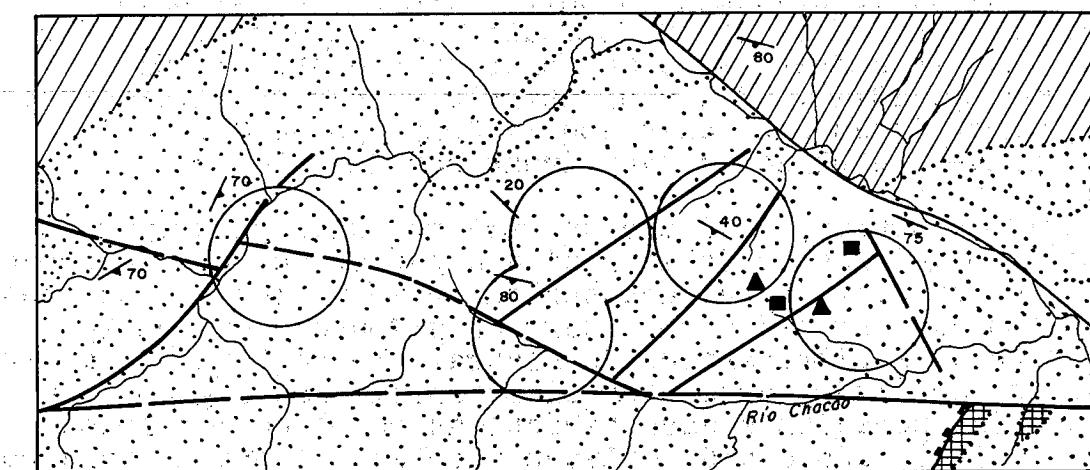
#### Metalogénesis del Complejo de Villa de Cura y Plutones Asociados.

Como era de esperarse, las manifestaciones metalíferas presentes en el Complejo de Villa de Cura y ultramáficas asociadas, son consecuencia directa de las diferentes fases tectónicas del Complejo. El conocimiento a fondo de esas concentraciones metalíferas, así como de la íntima relación existente entre mena y cada una de las fases estructurales y sedimentarias, son de necesidad básica para la localización y delimitación de posibles yacimientos económicos.

Cada uno de los indicios metalíferos localizados en el Complejo de Villa de Cura y sus plutones asociados, corresponde a una etapa perfectamente reconocible del Geotectógeno. Esto puede notarse en la Tabla 2, donde se muestra una comparación entre las primeras fases de los cinturones móviles, de acuerdo a Bilikin (1955) y Semenov y Serpukhov (1957) y las fases del Complejo de Villa de Cura.

No hay dudas de que la serie de plutones básicos, los cuales intrusionan los metasedimentos del Grupo Villa de Cura, especialmente las formaciones Santa Isabel y El Caño, representan el magmatismo básico inicial, asociado con profundas fracturas cerca de las zonas périféricas del geosinclinal. La mineralización asociada con los gabros, dunitas, peridotitas y dioritas de este evento, ha sido subdividida en varios tipos por los autores rusos. Muchos están de acuerdo en que el grupo del platino está asociado con peridotitas en áreas donde esta roca está acompañada por un complejo mayor de rocas máficas. Peridotitas, dunitas, piroxenitas y serpentinitas, son rocas huéspedes para depósitos de cromita, magnetita titanífera, magnetita, asbestos y magnesita. Aunque los sulfuros de cobre y níquel con platinoides y oro están asociados con gabros y nórbitas, por lo general se consideran relacionados con plataformas y no con los cinturones móviles. Generalmente se presentan concentraciones cupríferas en forma diseminada y vetiforme en las áreas marginales de las asociaciones ultrabásicas. Varias de estas manifestaciones metalíferas se presentan relacionadas con las unidades máficas intrusivas del Complejo de Villa de Cura (Fig. 2). Murray (1971) identificó varias zonas con un alto enriquecimiento de magnetita en forma disemi-

Figura 3



MAPA GEOLOGICO DEL AREA DE CHACAO

ESTADO GUARICO

Escala: 1:100.000

1 0 1 2

#### LEYENDA

- [Empty box] Aluvion
- [Cross-hatched box] Formación Guárico
- [Diagonal hatching box] Formación El Carmen
- [Dotted box] Formación Santa Isabel
- { [Grouping bracket] Grupo Villa de Cura
- [Dashed line] Fallas inferidas
- [Solid line] Contacto alóctono
- [Black square] Sulfuros de cobre, plomo y zinc
- [Black triangle] Barita
- [Circle with dots] Áreas anomadas en contenido de metales bases

Simplificado de L. Gonzalez Silva y X. Piccard 1971, y S. Rodriguez, 1971

nada o en segregaciones, en las áreas de contacto entre piroxenitas y hornblenditas (Fig. 4). Las zonas no parecen ser tan gruesas como ocurre en Union Bay y otros complejos de Alaska (Ruckmick and Noble, 1959; Taylor y Noble, 1969). Aparentemente, cuando la magnetita comenzó a separarse del magma en considerables cantidades, la hornablenda también constituía una fase principal de cristalización, de manera que el producto final resultó en una roca hornabléndica extremadamente rica en magnetita. La magnetita puede constituir hasta el 20% de la roca (Murray, 1971). Hasta el momento se han localizado tres zonas magnetíferas asociadas con el Complejo de Chacao y las posibilidades de ubicar nuevas áreas son muy factibles.

Existen sobradas evidencias para postular el origen de segregación magmática de la magnetita a partir de un solo proceso igneo. No existen bases para sustentar múltiples intrusiones, tales como las sugeridas por Ruckmick y Noble, 1959 en los cuerpos zonados ultramáficos de Alaska. En realidad, una diferenciación de flujo parece ser el mecanismo más lógico para producir las zonaciones características en estos complejos (Murray, 1971), aún cuando existen fuertes evidencias para postular la recristalización deutérica de la magnetita (Taylor y Noble, 1969).

La composición química de las rocas promedio en el Complejo de Chacao, en la cual la magnetita es mineral esencial, es la siguiente (Knoningsmar, 1958, 1965).

<u>Tabla 2</u>	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	45.84	44.6	46.53
TiO <sub>2</sub>	0.81	0.7	2.28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.39	5.5	14.31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.28	4.3	3.16
FeO	6.78	7.9	9.81
MnO	0.16	0.1	0.18
MgO	15.84	20.2	9.54
CaO	15.80	15.8	10.32
Na <sub>2</sub> O	0.97	0.5	2.85
K <sub>2</sub> O	0.21	0.4	0.84
H <sub>2</sub> O †	1.66	-	-
H <sub>2</sub> O -	0.08	-	-

Una magma con esta composición se asocia a piroxenitas olivínicas, ricas en MgO y pobres en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. La composición química de uno de los complejos magnetíticos de Alaska, el de Duque, se asemeja mucho a la composición de las rocas ultrabásicas de Chacao. Presnall (1966), ha mostrado que un magma de esa característica puede ser intrusionado en un

MINERALIZACIONES ASOCIADAS CON  
LOS  
PLUTONES ULTRABASICOS  
DEL  
GUARICO SEPTENTRIONAL

ESCALA  
0 500 1  
METROS

LEYENDA

- [Gb] Gabro
- [Py] Piroxenta
- [Hb] Hornblendita
- [Vc] Grupo Villa de Cura
- [—] Fallamientos
- [—] Magnetita
- [⊗ Cu] Mineralización de Cobre
- [—] Suelos anomalos en contenidos de Metales bases (Area Este)

Modificado de Murray (1970), Gonzalez Silva (1971) y S.Rodriguez (1971)

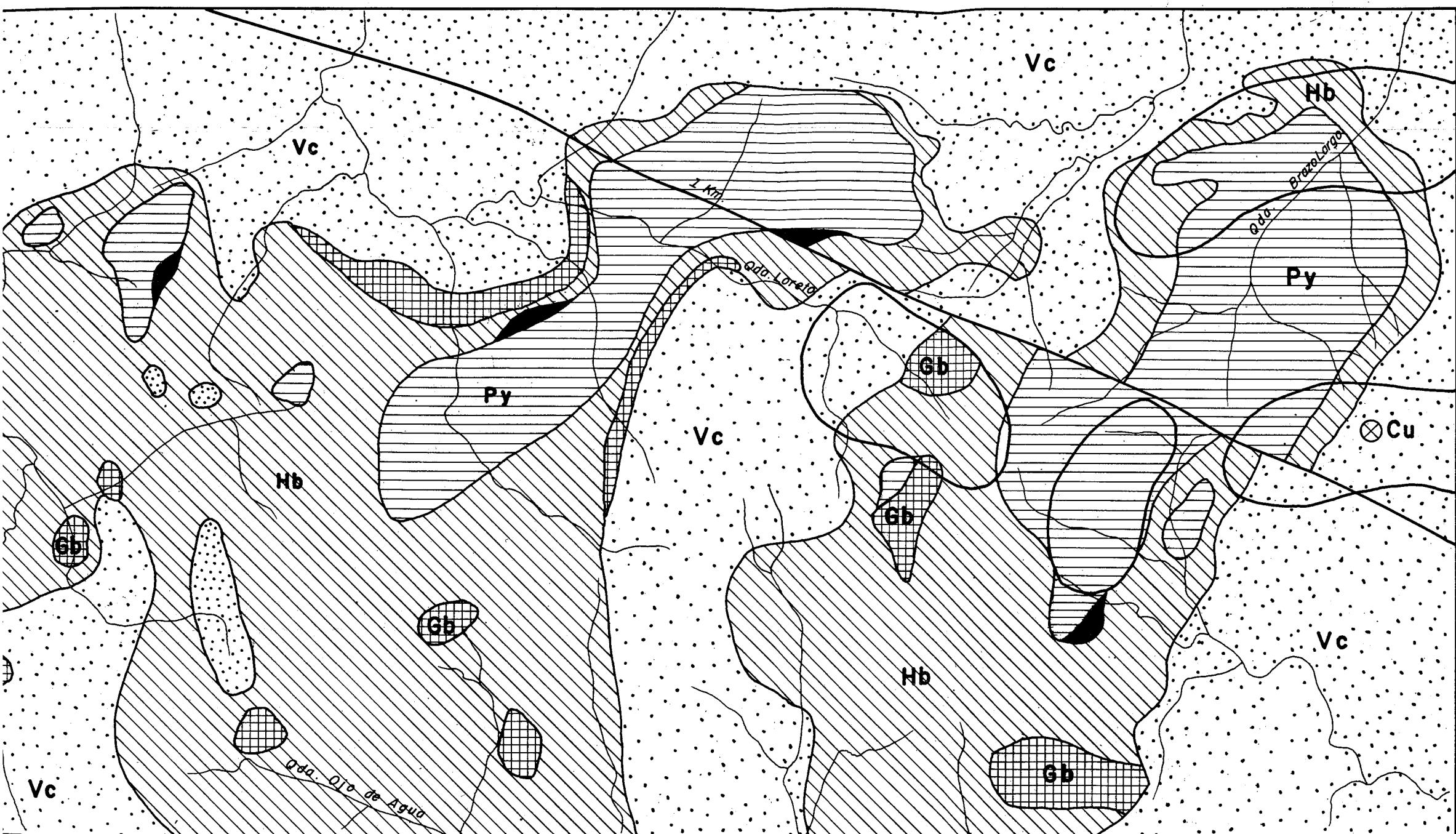


FIGURA 4

estado esencialmente líquido a una temperatura regional de 1.100-1.200°C. Murray (1971), soporta la idea de que la teoría de Presnall (1966), sobre un origen de los cuerpos ultrabásicos a partir de magmas maficos ricos en Ca y a bajas presiones de cristalización, puede ser perfectamente aplicable en el caso del Complejo de Chacao, debido especialmente a la alta presencia de hornablenda. El mismo autor postula, a partir de la composición química del Complejo de Chacao (No. 2, Tabla 2), una secuencia mineralógica de cristalización a baja temperatura, como sigue: Olivino 10%, diópsido 90%; espinela 20%, -diópsido 80%. La mineralogía depende, por supuesto, del carácter fugaz del oxígeno durante la cristalización. En la secuencia diópsido-espinela (magnetita) no debería ocurrir olivino. El equivalente de esta secuencia está representado en el Complejo de Chacao, según Murray (1971, pp.15), por diópsido, hornablenda y magnetita.

Aún cuando se presume que otras zonas magnetíticas estén presentes en el Complejo de Chacao, el autor no cree que puedan representar depósitos de importancia comercial.

En la región de Union Bay, Alaska, análisis parciales de la zona de magnetita muestran un 18% total Fe y 1.36% TiO<sub>2</sub>, sobre 1.200 metros de espesor con un enriquecimiento que puede sobrepasar el 20% (Taylor y Noble, 1969, pp.213 y 219), pero es difícil que esto suceda en el Complejo de Chacao debido a diferenciaciones en el emplazamiento y en la magnitud de los conjuntos maficos. Los complejos ultrabásicos de Alaska afloran por una distancia de más de 600 millas, con diferenciaciones, incluyendo gabros, dioritas, tonalitas, serpentinitas, dunitas, peridotitas, anortositas y piroxenitas, y los espesores quizás sobrepasen los 4.500 metros (Taylor y Noble, 1969, pp.215).

Los estudios realizados por Murray (1971), sobre rocas del Complejo de Chacao, indican la presencia de sulfuros diseminados, tales como pirita, calcopirita y pirrotita en algunas zonas de las hornablenditas piroxénicas o piroxenitas hornabléndicas. Los sulfuros se presentan en matrices de piroxenos muy finos, los cuales engloban hornablenda en forma de grandes cristales poikiliticos.

Trabajos llevados a cabo por la División de Recursos Minerales en la región de Chacao, han evidenciado zonas de suelos con un contenido alto en metales base, especialmente sobre (S. Rodríguez, 1971).

Las zonas anómalas rodean parte de los plutones orientales en las áreas de contacto con las unidades metavolcánicas y metasedimentarias de la formación Santa Isabel (Fig.4). Estudios detallados delimitaron posteriormente zonas con una mineralización secundaria de cobre, caracterizada por malaquita, azurita, antlerita y crisocolla. Es muy posible que la zona represente niveles altos de oxidación, tal como sucede en la

región de Santa Isabel, donde las masas de sulfuros primarios (esfalerita, galena, calcopirita) fueron localizados a más de 50 metros de profundidad. En esta zona las mineralizaciones de carbonato y silicatos de cobre se presentan en rocas aflo- rantes y áreas limoníticas, asociadas con extensas anomalías geoquímicas.

Es probable que las mineralizaciones de cobre y las anomalías geoquímicas que rodean parte de los plutones, delimiten áreas mineralizadas primarias cuya génesis esté en parte asociada a la actividad magmática básica y a los profundos fallamientos posteriores que afectaron a los complejos.

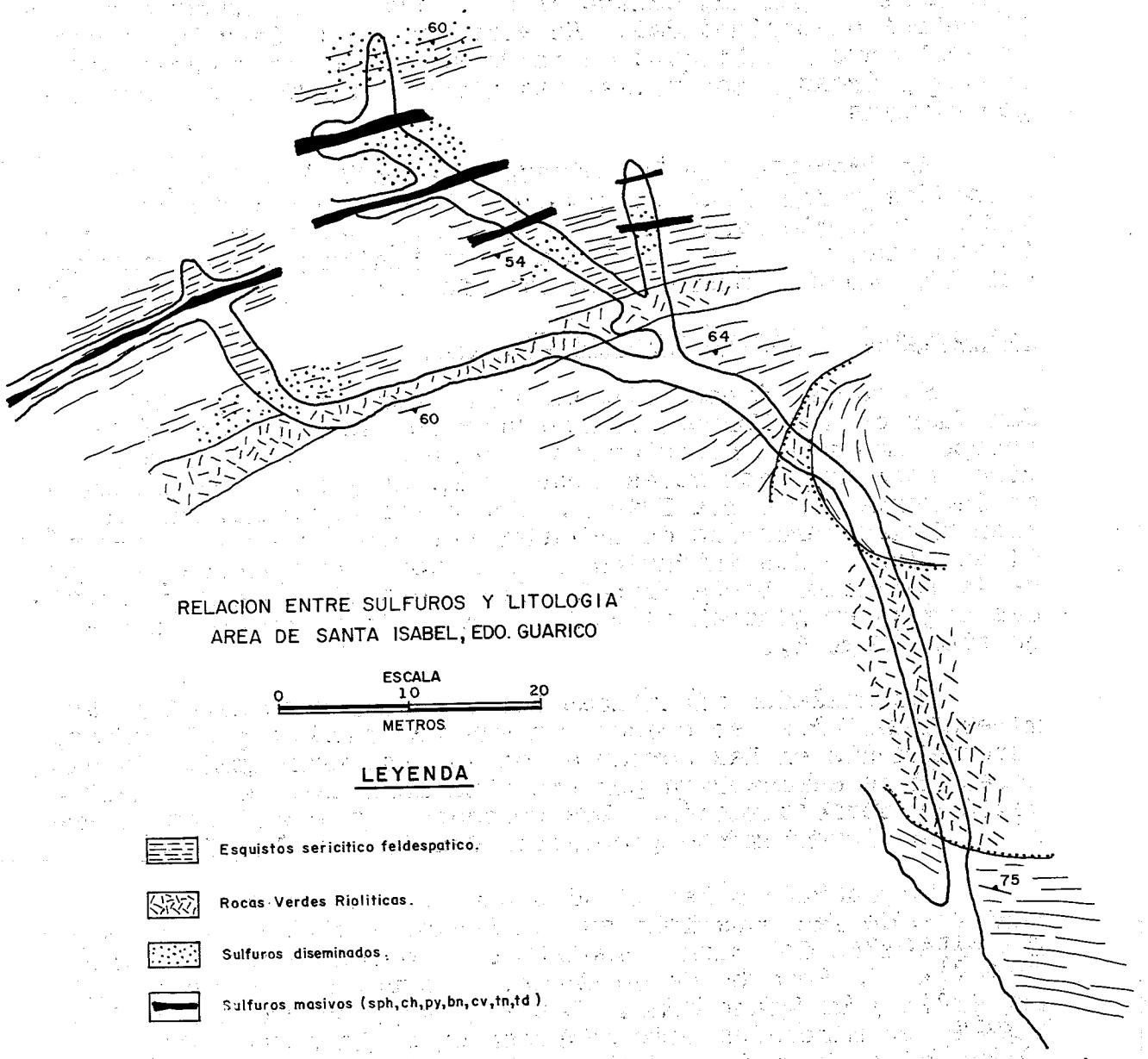
#### Los Cuerpos Polimetálicos de Pb-Zn-Cu

En varias áreas situadas al noroeste de la ciudad de San Juan de los Morros, Estado Guárico, se han localizado cuerpos masivos lenticulares de sulfuros de cobre, plomo y zinc, asociados con rocas metavolcánicas y metasedimentarias de la formación Santa Isabel. Las áreas mineralizadas ocu- rren en las cercanías de unidades metariolíticas y meta-augíticas, las cuales intrusionan esquistos cuarzo-feldespáticos de la formación Santa Isabel. Las rocas riolíticas y augíticas siguen en general el rumbo y la inclinación de los es-quistos (Fig. 5).

Las unidades riolíticas con las cuales se asocian las mineralizaciones, se encuentran muy fracturadas y alteradas, especialmente en las cercanías de la veta principal. La al- teración se caracteriza por una alta baritización, silicifi- cación y sericitización. Las unidades meta-augíticas se en- cuentran intensamente propilitizadas (López, V., 1942).

Los cuerpos mineralizados son abundantes en áreas de contacto de las metariolitas con rocas esquistosas y en zonas muy alteradas del mismo esquisto cuarzo-feldespático (Fig. 8, Foto 2). La mena es de color gris oscuro, de lustre metali- co, denso y de grano fino. López (1942), ha reconocido los siguientes minerales como componentes de la mena: pirita, calcopirita, bornita, covelita, tennantita, tetrahedrita, esfalerita y galena. Como minerales ganga principales han sido identificados: cuarzo, barita y sericita. La paragéne- sis de la mena fue estudiada en detalle por López (1942), du- rante las investigaciones realizadas en el área de Santa Isa- bel. El citado autor concluye con lo siguiente:

- a) El cuarzo es el primero de los minerales que fue depositado; la formación de este mineral continuó hasta empezar la introducción de la pirita.
- b) Introducción de la pirita



Simplificado de Eda, Hykkoku, Sasaki, Horita, Ohsuga e Iwase, 1967

FIGURA 5

- c) Luego siguieron la calcopirita y la bornita. Es posible que la tennantita y la tetrahedrita, en soluciones sólidas, se depositaran simultáneamente con la calcopirita y la bornita, aunque existe la posibilidad de que su formación empezara hacia el fin de la introducción de la calcopirita y la bornita.
- d) La introducción de la esfalerita siguió a la formación de los sulfuros de cobre. Las soluciones conteniendo esfalerita fueron más abundantes que las anteriores.
- e) La precipitación de la barita empezó hacia el fin de la formación de la esfalerita, continuando después que terminó la cristalización de ésta.
- f) Aparentemente, la formación de este mineral tuvo lugar después de depositarse la barita, hacia el fin de la mineralización de origen hipogénico.
- g) Covelita es de origen supergénico, se encuentra asociada a todos los otros sulfuros y a la barita. Una de las características principales de los depósitos es la alta concentración de barita, la cual se presenta en íntima asociación con los cuerpos de menas y con las zonas de alteración. Los lentes de barita se presentan con espesores que varían entre 0,50 y 2 metros (Foto 4, Fig. 7), varios de estos lentes han estado bajo producción en la zona de Chacao-Santa Isabel. El porcentaje de  $\text{SO}_4\text{Ba}$  puede alcanzar hasta 96,5%, lo que hace al producto extremadamente puro y de utilidad en la industria química (S.E. Rodriguez, 1971 a).

Los siguientes análisis, realizados sobre uno de los lentes occidentales, da una idea clara de la composición de la mena. Las muestras han sido tomadas a lo largo del lente.

Muestra	$\text{SO}_4\text{Ba}$ (porcentaje)
BA-1	75,00
BA-2	85,2
BA-3	92,3
BA-4	96,5
BA-5	94,2
BA-6	90,1
BA-7	65,4

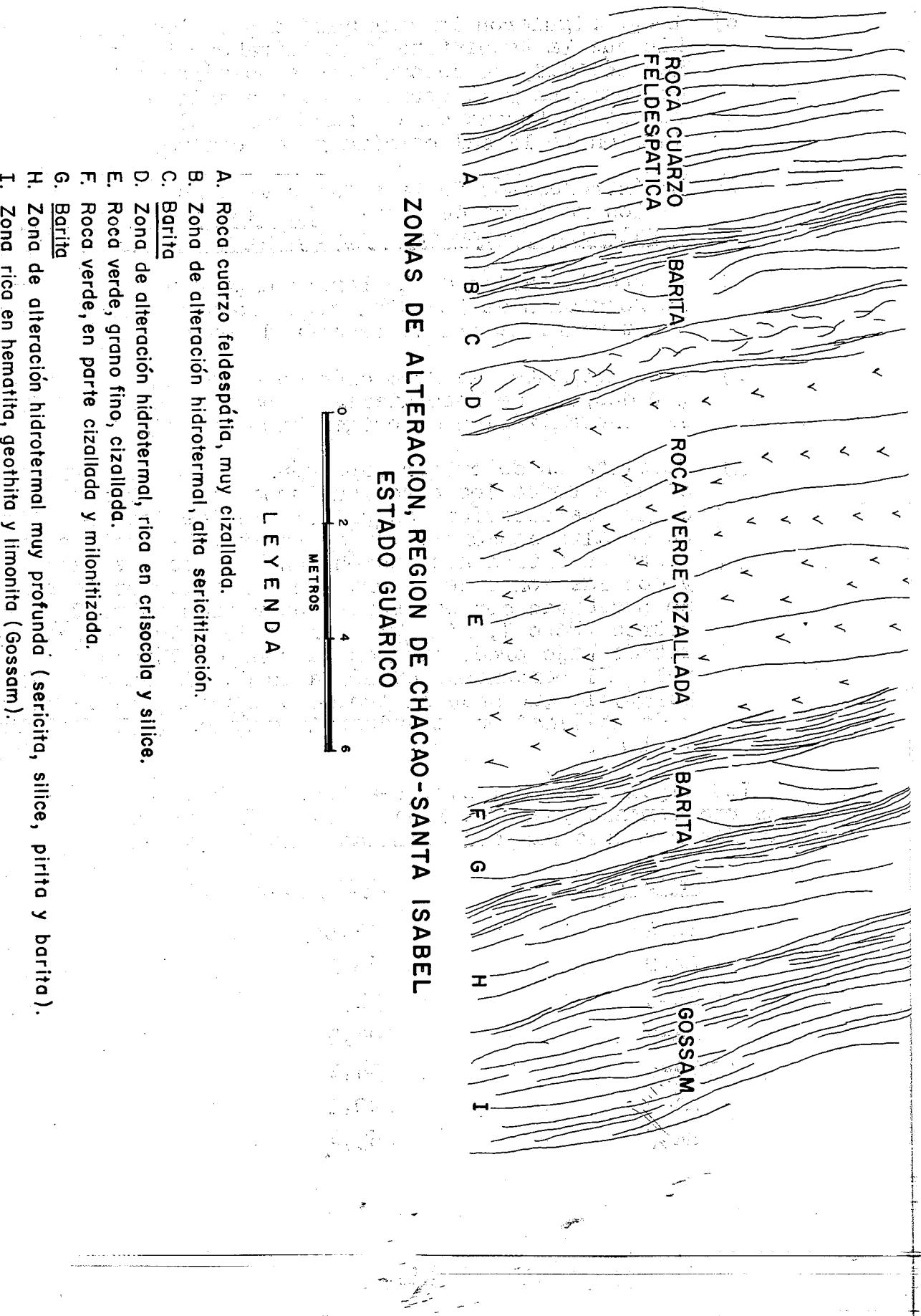


Fig. 7

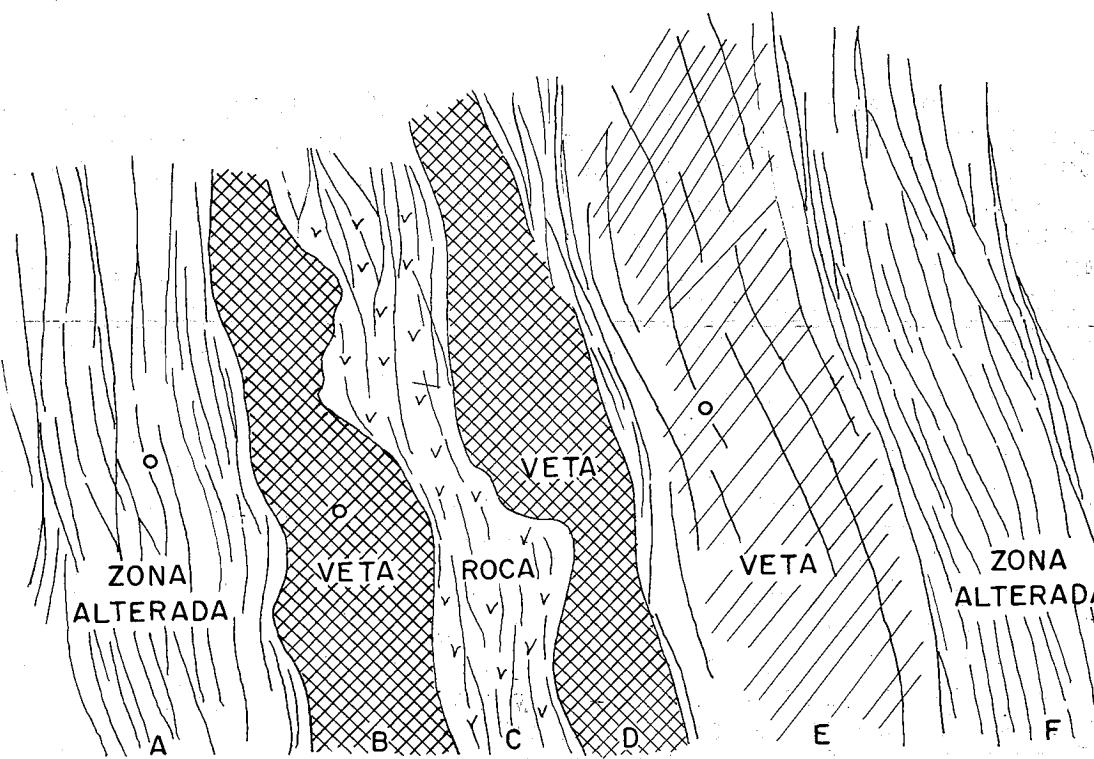
El origen de los cuerpos polimetálicos de plomo-cobre-zinc y de los lentes de barita, aparentemente se asocian con fenómenos hidrotermales, típicos de las secuencias volcánicas en los cinturones móviles. Los estudios llevados a cabo por la Dirección de Geología, han demostrado que extensas áreas anómalas en contenido de metales base ( $Zn + Cu + Pb$ ) se asocian con fallamientos regionales y zonas de alteración hidrotermal en la formación Santa Isabel (Fig. 3). No se localizaron áreas anómalas en zonas no alteradas por estructuras regionales o locales (S. Rodríguez 1971 b).

De acuerdo a los autores rusos, los cuales han estudiado detalladamente todo lo concerniente a metalogenia en los cinturones móviles, los cuerpos polimetálicos de cobre, zinc, plomo y plata, con o sin barita, son característicos de las etapas tempranas en los geosinclinales (Bilikin, Y.A., 1955; Semenov, A. I. y Serpukhov, V.I. 1957) (Tabla 1). Muchos geólogos rusos relacionan estos depósitos con intrusivas subvolcánicas, tales como riolitas, andesitas y traquitas, originadas al final de la etapa temprana del geosinclinal. En muchos casos, una relación magmática no es aparente. Varios autores rusos (Nestreba, 1959) proponen una asociación genética con las rocas volcánicas madres. Indiferentes a estas teorías genéticas, las rocas volcánicas y sedimentarias formadas en la fase orogénica temprana constituyen las rocas esenciales en estos depósitos, de manera que su presencia es extremadamente importante en el estudio de la génesis de estos cuerpos (López, V., 1942 y McCartney, 1962).

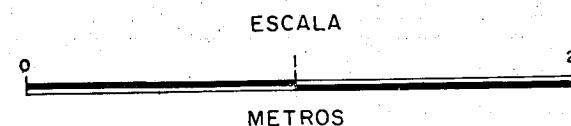
En realidad, la asociación Plomo-Cobre-Zinc es típica en muchas de las secuencias volcánicas de la Cordillera de la Costa. En el área de Pao de Zárate, Distrito Ricaurte del Estado Aragua, masas de sulfuros se encuentran asociadas con rocas verdes, foliadas, exhibiendo estructura de flujo almohadillado. (Proyecto No. 85 REDEMI, U.C.V., 1963-1964). Las rocas, típicas lavas basálticas, pertenecen al miembro Los Naranjos de la formación Tucutunemo. La estructura de las unidades sugiere que las lavas fueron extrusionadas sobre el fondo del mar o al menos por debajo de un nivel de aguas de moderada profundidad. Los depósitos consisten en lentes de sulfuros metálicos, rodeados de halos de sulfuros diseminados. El contenido total de cuarzo en las metalavas es extremadamente alto, observándose numerosas vetas y diques de cuarzo cristalino de hasta 60 centímetros de ancho. La mena, muy parecida a las menas existentes en el Grupo Villa de Cura, está constituida por pirita, calcopirita, esfalerita, tennantita y tetrahedrita, en presencia de minerales supergénicos como la covelita.

De todo lo anterior se deduce que ambos procesos vulcanogénicos, los relacionados con el Grupo Villa de Cura y la formación Tucutunemo, estuvieron asociados con importantes eventos metalizantes, caracterizados por la alta concentración

de metales base y plata y que muy posiblemente representan las pulsaciones metalogénicas típicas de las secuencias espilítico-keratóficas.



SULFUROS MASIVOS Y ZONAS DE ALTERACION HIDROTHERMAL  
MINA DE SANTA ISABEL  
ESTADO GUARICO



L E Y E N D A

- A. Zona de alteración (Sericita, silice, pirita).
- B. Sulfuros masivos (Estalerita, galena, calcopirita, pirita) y sulfosales de plata.
- C. Roca verde cizallada.
- D. Sulfuros masivos (Mineralogía idéntica, zona B.).
- E. Sulfuros muy diseminados (Pirita y calcopirita).
- F. Zona de alteración (Sericita, silice, pirita).
- Muestras para análisis.

Fig. 8

## B I B L I O G R A F I A

Aguerrevere, S.E. y Zuloaga, G. (1937). Observaciones geológicas en la parte central de la Cordillera de la Costa Venezuela, Bol. Geol. y Min. Venezuela, Vol.1, No.2-4.

Aguerrevere, S.E. y Zuloaga, G. (1938). Nomenclature of the formations of the Central Part of the Cordillera de la Costa. Bol. Geol. y Min. Venezuela, Vol. 2, No. 2-4 (Ed. en inglés)

Bilikin, Y.A. (1955). Metallogenetic Provinces and Epochs. Traducción del Geological Survey of Canada.

González Silva, L. y X. Piccard (1971). Sedimentación y Alocación en el frente de montañas del Guárico, II Conferencia Geológica del Caribe, Jul. 1971, Preimpreso.

Konigsmark, T.A. (1958). Geology of the northern Guárico-Lake Valencia area, Venezuela. Asoc. Venez. Min. y Petrol., Bol. Inform. Vol. 1, No. 5.

López, Victor (1942). Geología de la región comprendida entre Boca Chica y la Puerta, y estudio de los yacimientos minerales de Santa Isabel, Estados Aragua y Guárico. Revista de Fomento No.47, Año IV.

Mc Cartney et al. (1962). Mineralization as related to structural deformation, igneous activity and sedimentation in folded geosynclines, Canadian Mining Journal, Vol. 83, No.4.

Mac Lachlan (1960). La Geología de la región de La Victoria, Estado Aragua, Venezuela. III Congreso Geológico Venezolano, Caracas 1959, Mem. Vol. IV.

Menéndez, A. (1965). Geología del área de El Tinaco, centro-norte del Estado Cojedes, Venezuela, Bol. Geol. Caracas, Vol. 6, No. 2.

Menéndez, A. (1966). Tectónica de la parte central de las montañas occidentales del Caribe, Venezuela, Bol. Geol., Caracas, Vol. 8, No. 15.

Murray, C.G.

Zoned Ultramafic Complexes and their differentiates in Northern Venezuela, Reporte Final, Archivos División de Exploraciones Geológicas, Dirección de Geología, MMH.

Oxburgh, E.R. (1965). Geología de la región oriental del Estado Carabobo, Venezuela, Bol. Geol., Caracas, Vol. 11.

Presnall, D.R. (1966). The join forsterite-diopside-iron oxide and its bearing on the crystallization of basaltic and ultramafic magmas: Am. Journ. Sc. Vol. 264

Rodríguez, S.E. (1971 a). Los depósitos de Barita del Guárico Septentrional, Informe Interno. División de Recursos Minerales, Dirección de Geología, MMH.

Rodríguez, S.E. (1971 b). Estudio Geoeconómico de la Región de Chacao, Estado Guárico, Informe Interno. División de Recursos Minerales, Dirección de Geología, MMH.

Rucknick y Noble (1959). Origin of the ultramafic complexes at Union Bay, Southeastern Alaska, Geol. Soc. Amer. Bull. V.70.

Semenov, A.I. y Serpukhov, V.I. (1957). General principles of regional metallogenetic analysis, and methods of compiling metallogenetic maps for folded regions. Dept. of Geology and Conservation of Resources of the U.R.S.S. Nueva serie, No. 22. Series Generales. Moscú.

Shagam, R. (1960). Geología de Aragua Central, Venezuela, Cong. Geol. Venez. III. Caracas, 1959. Tomo II.

Smith, R.J. (1953). Geology of the Los Teques-Cúa region, Venezuela, Geol. Soc. Amer. Bulletin, Vol. 64, No. 1.

Taylor, H.P. y Noble, J. Origin of magnetite in the zoned ultramafic complexes of Southeastern Alaska, Magmatic ore deposits, Symposium, Monograph 4, Economic Geology.

Vorobyeva, O. A. (1961). On the magmatic nature of the platinum-bearing belt of the gabbro-peridotite formation of the Urals, U.R.S.S. Academia de Ciencias de la Unión Soviética, Departamento de Geología No. 7.

Universidad Central de Venezuela, Proyecto No. 35, REDEMI, Investigaciones geológicas, mineras y geofísicas, en las concesiones de cobre de la Provincia No. 1, 2 y 3, Distrito Ricaurte, Estado Aragua, Caracas 1963-1964.

Yutaka Eda, Hiroshi Hyakkoku, D. Sasaki, A. Horita, T. ohsuga, Y. Iwase (1967) Report on Geological Survey for mineral Development Plan. of the Republic of Venezuela. Government of Japan, September 1967. Biblioteca Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Caracas.

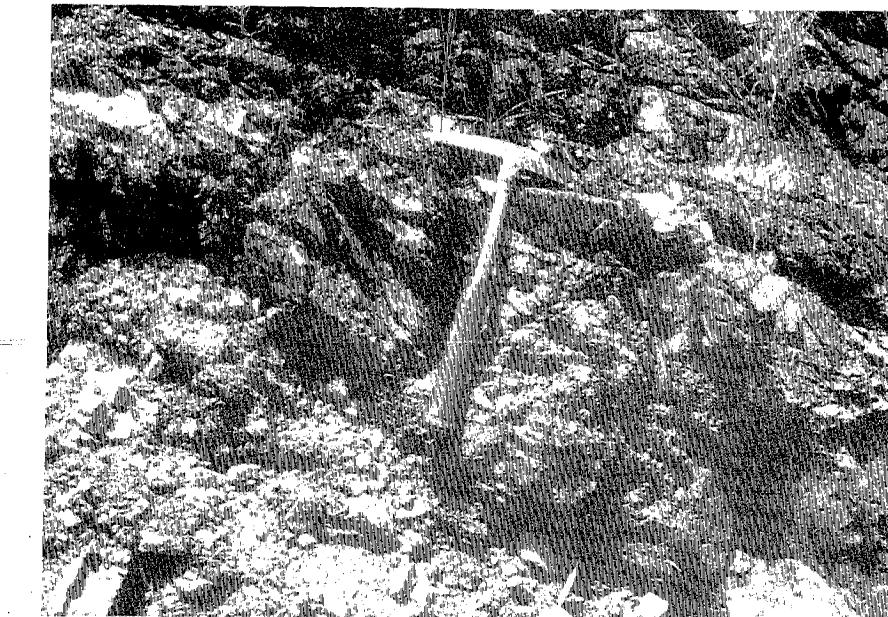


Foto 1

Zona magnetítica en rocas ultrabásicas del Complejo de Chacao, Estado Guárico



Foto 2

Areas mineralizadas con metales bases, Formación Santa Isabel. Nótese la zona blanca producto de una profunda alteración hidrotermal

ASOCIACION VENEZOLANA DE GEOLOGIA, MINERIA Y PETROLEO

Junta Directiva  
Directivos

Presidente  
Primer Vice-Presidente  
Segundo Vice-Presidente  
Secretario  
Secretario Coordinador  
Tesorero  
Editor

G. Coronel  
C.C. Jefferson Jr.  
M. Vignali  
C. Vázquez  
V.D. Winkler  
J.L. Hallman  
C.H. Graf

Consejeros

F. Moreno (Presidente saliente)  
D. Pérez de Mejia  
A. Neuman de Gamboa

H. Krohn  
E. Fronjosa

Publicaciones

Editor  
Editor Asistente  
Distribución

C.H.Graf  
E. Fronjosa  
A. Neuman de Gamboa

El Boletín Informativo está a la disposición de todas las contribuciones sobre Geología, minería y la tecnología del petróleo, especialmente dentro del aspecto venezolano. No es necesario que los autores sean miembros de la Asociación y los manuscritos pueden ser redactados en castellano o inglés. No obstante, el Comité se reserva el derecho de publicación y no se hace responsable por los conceptos emitidos en los artículos.

Los editores son responsables de los comentarios y editoriales que aparezcan sin firma. Las opiniones expresadas no establecen el criterio de la Asociación ni obligan a sus miembros.

Los artículos y comunicados deberán dirigirse al Editor, Boletín Informativo, A.V.G.M.P., Apartado 60.400, Caracas, Venez.

Precios

Cualquier número suelto	Bs. 3,00	US\$ 1,00
Volumen completo (años anteriores)	30,00	10,00
Volumen completo (año en curso)	24,00	8,00

Los pagos hechos en Venezuela pueden efectuarse en dinero efectivo por cheques de cualquier banco de Caracas. A los cheques emitidos por bancos, sucursales o agencias del interior de la República debe aumentarse la cantidad de Bs. 2,50 por concepto de comisión bancaria. (Payments outside of Venezuela should preferably be made by US dollar checks. Checks in other monies should be increased by US\$ 1,50 to cover Venezuelan banking charges).



Foto 3

Sulfuros masivos en rocas riolíticas del Complejo de Villa de Cura.. Nótese la gran alteración hidrotermal.



Foto 4

Lentes de Barita, en contacto con unidades metavolcánicas del Complejo Villa de Cura