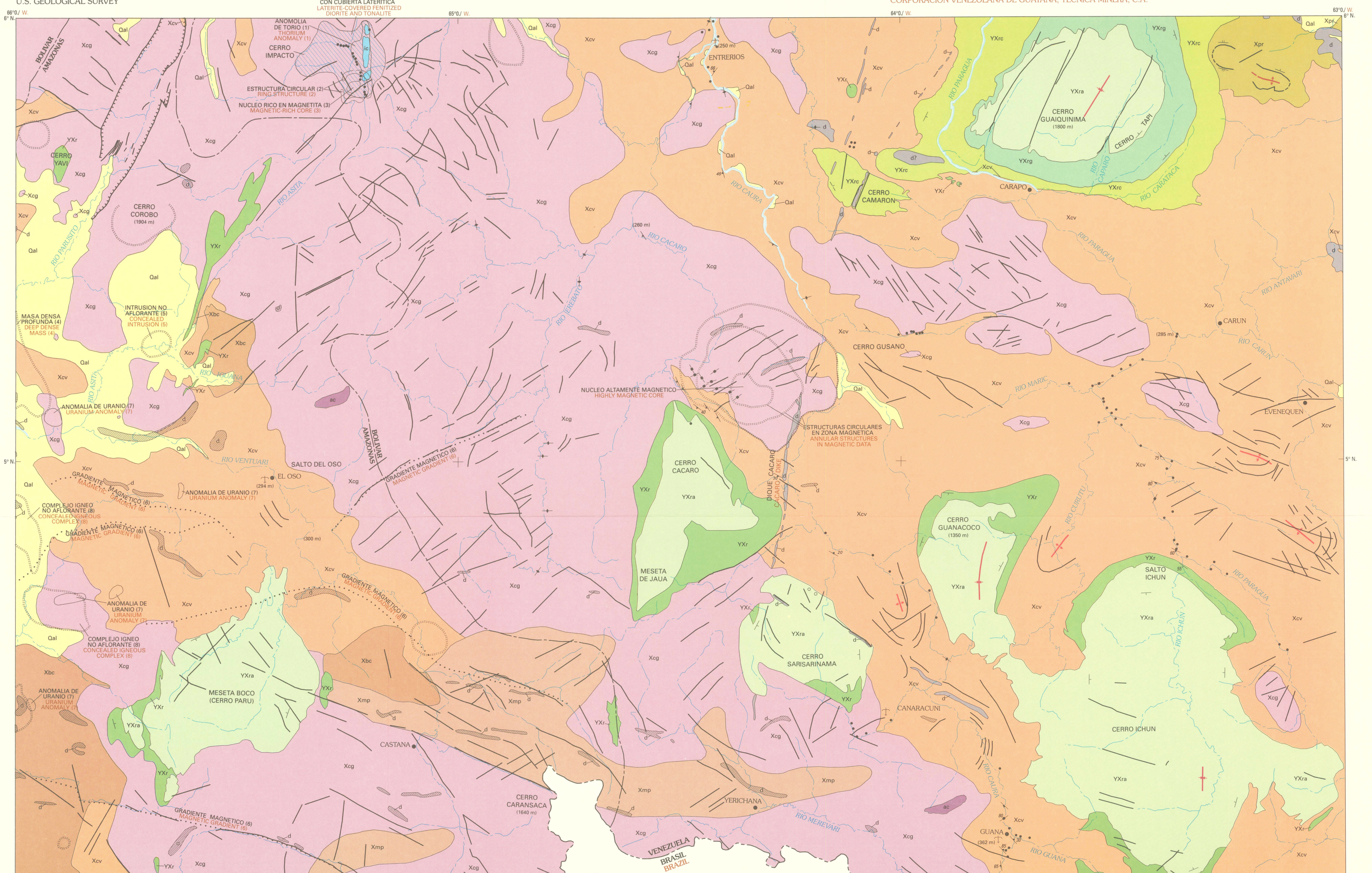
U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR
U.S. GEOLOGICAL SURVEY

Preparado en cooperacion con la
CORPORACION VENEZOLANA DE GUAYANA, TECNICA MINERA, C.A.
Prepared in cooperation with the
CORPORACION VENEZOLANA DE GUAYANA, TECNICA MINERA, C.A.

MISCELLANEOUS INVESTIGATIONS SERIES
MAP I–2537

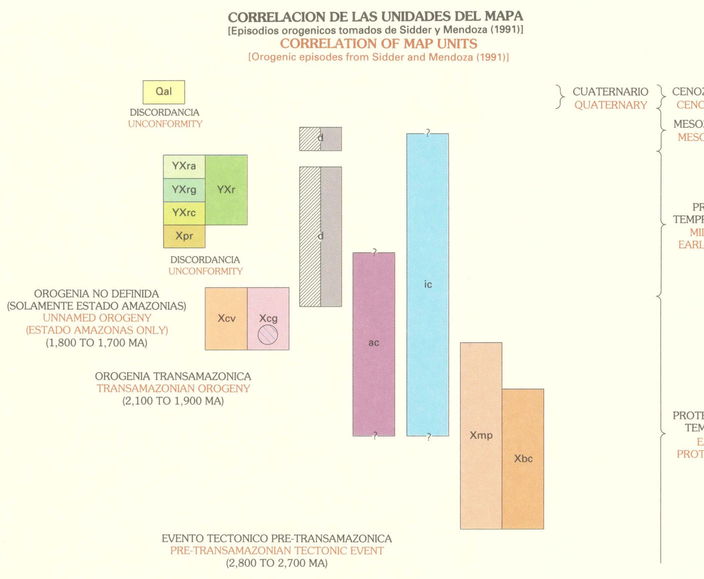


La base de drenaje esta compilada de imágenes de radar banda-X (NB 20-9, NB 20-10, NB 20-13, NB 20-14; vea figura 1). Las altitudes indicadas en el mapa fueron obtenidas del cuadrángulo Roraima (Army Map Service, 1951).
Proyeccion Conica Equidistante; Primer Paralelo Estandard=9° Norte; Segundo Paralelo Estandard=4° Norte; Meridiano Central=66° Oeste

Drainage base compiled from X-band side-looking radar (SLAR) images (NB 20-9, NB 20-10, NB 20-13, NB 20-14; see figure 1). Altitudes on map are from the Roraima quadrangle (Army Map Service, 1951).
Equidistant Conic projection; First Standard Parallel=9° North; Second Standard Parallel=4° North; Central Meridian=66° West

Geologia compilada en 1991
Geology compiled in 1991
Edited by F. Craig Brunstein
Color design by Virginia D. Scott
Graphics design by Denny Welp
Cartography by Henry F. Williams
Manuscript approved for publication January 18, 1995

CORRELACION DE LAS UNIDADES DEL MAPA
[Episodios orogenicos tomados de Sidder y Mendoza (1991)]
CORRELATION OF MAP UNITS
[Orogenic episodes from Sidder and Mendoza (1991)]



DESCRIPCION DE LAS UNIDADES DEL MAPA

ROCAS SEDIMENTARIAS

Qal — **Depósitos Aluviales (Cuaternario)**—Arena, grava y limo

YXr — **Grupo Roraima (Proterozoico Medio y (o) Temprano), sin dividir**—La compilación de datos geocronológicos regionales indica una edad de 1.900–1.500 Ma (Sidder y Mendoza, 1991)

YXra — **Formación Auyantepuy**—Principalmente cuarzo-arenita y en menor proporción arcosa; forma riscos verticales y cerros de cima plana (tepuys). Tiene de 300 a 700 metros de espesor. Equivalente a la Formación Mataui de Reid y Bisque (1975)

YXrg — **Formación Guaiquinima**—Cuarzo-arenita de grano fino y arcosa, ambas con estratificación cruzada. Jaspe rojo, verde y gris verdoso, compuesto de ceniza devitrificada y silicificada y cristales pequeños de cuarzo y feldespato. Forma topografía plana o suave cuando está meteorizada. La parte superior está cubierta con derrubios provenientes de la Formación Auyantepuy. Tiene varios centenares de metros. Es equivalente a la Formación Uaimapué de Reid y Bisque (1975) excepto a la parte basal de la misma

YXrc — **Formación Canaima**—Cuarzo-arenita, arcosa, arenita conglomerática, limolita y lutita. Estratificación cruzada es abundante en las unidades de arenita y arcosa. Las unidades más resistentes de arenita arcosica y conglomerado forman escarpes, mientras que las unidades de limolita, lutita y arenitas limosas, las cuales son relativamente menos resistentes, forman pendientes más suaves. Tiene aproximadamente 1.000–2.000 metros de espesor. Es equivalente a las Formaciones Uairén y Kukuenán y a la parte basal de la Formación Uaimapué, definidas por Reid y Bisque (1975)

Xpr — **Grupo Pre-Roraima rocas sedimentarias (Proterozoico Temprano)**—Arenisca de grano fino a muy fino y rica en arcilla. Localmente contiene granos gruesos de cuarzo. Intercalada con lutita roja y lutita arenosa (Briceño, 1982)

ROCAS VOLCANICAS

Xcv — **Formación Caicara del Grupo Cuchivero (Proterozoico Temprano)**—Tobas de flujos de ceniza (ignimbritas), flujos de riolita a dacita y brechas volcánicas, todas sin metamorfismo. Rocas correlacionables de la zona de Icabarú tienen una edad de 1.980 Ma por el método U-Pb (Brooks y otros, 1995)

ROCAS INTRUSIVAS

d — **Diabasa (Mesozoico a Proterozoico Temprano)**—Diabasa de composición toleítica, gris verdoso y de grano fino a grueso. Forma diques y sills. Diabasas en la región tienen una edad de 210–200 Ma y 1.700–1.600±0,8 Ma (Teggin y otros, 1985; Sidder y Mendoza, 1991). Interpretada a partir de imagenes de radar

d (patrón rayado) — **Diabasa interpretada con datos aeromagnéticos**

ic — **Intrusión de carbonatita (?) del Cerro Impacto (Mesozoico a Proterozoico Temprano)**—Inferida principalmente a partir de datos geoquimicos obtenidos en laterita (enriquecida en Ta, Nb, Th, Ba y elementos del Grupo Tierras Raras), en afloramientos de barita y en la interpretación de datos geofísicos. Estos últimos indican un núcleo rico en magnetita. Se infiere que carbonatita infrayace la pronunciada cresta norte-sur la cual tiene una espesa cubierta de laterita. La edad de la carbonatita podría ser tan reciente como 80 Ma (Mendoza y otros, 1977) o tan antigua como 1.800 Ma. Esta última edad es inferida de su relación intrusiva con rocas graníticas del Grupo Cuchivero (1.900–1.800 Ma) (Sidder y Mendoza, 1991)

ac — **Complejos alcalinos (Proterozoico Temprano?)**—Inferidos en base a interpretación de datos aeromagnéticos. Es posiblemente similar a La Churuata (1.300 Ma), la cual es un complejo alcalino al sur del cuadrángulo Río Caura, que contiene aegirina, ribequita, biotita, circón, monazita y bastnaesita (Soares, 1985)

Xcg — **Rocas graníticas del Grupo Cuchivero (Proterozoico Temprano)**—Esta unidad incluye los granitos de Guaniamito, San Pedro y Santa Rosalía, los cuales intrusionaron las rocas volcánicas de la Formación Caicara. Son comúnmente de textura equigranular a porfídica, de grano medio a grueso, localmente foliados. La fracción de fenocristales incluye ortoclasa, microclino, plagioclasa, cuarzo, biotita, y muscovita. Minerales accesorios incluyen esfena, apatito, circón y hornablenda. La edad isotópica, por el método Rb-Sr, varía de 1.900 a 1.800 Ma (Sidder y Mendoza, 1991)

(patrón) — **Zona fenitizada del Cerro Impacto**—Causada por la carbonatita(?) subyacente. Está indicada por una depresión suave en la imagen de radar

ROCAS METAMORFICAS

Xmp — **Terreno metamórfico-plutónico de San Carlos (Proterozoico Medio)**—Granito, gneis granítico, gneis augen, y relativamente abundante pegmatita

Xbc — **Complejo cristalino (Proterozoico Temprano)**—Incluye rocas que van desde granito foliado hasta gneis granodiorítico

DESCRIPTION OF MAP UNITS

SEDIMENTARY ROCKS

Qal — **Alluvial Deposits (Quaternary)**—Sand, gravel, and silt

YXr — **Roraima Group (Middle and (or) Early Proterozoic), undivided**—Compilation of regional ages indicates an age of 1,900–1,500 Ma (Sidder and Mendoza, 1991)

YXra — **Auyantepuy Formation**—Mainly quartzarenite and minor arkose; forms steep cliffs and flat-topped mesas. Thickness 300–700 m. Equivalent to Mataui Formation of Reid and Bisque (1975)

YXrg — **Guaiquinima Formation**—Fine-grained quartzarenite and arkose that are cross stratified; red, green, and greenish-gray jasper composed of devitrified and silicified ash and small crystals of quartz and feldspar. Weathers to form flat or gently sloping topography. Upper part is mostly covered with debris from overlying Auyantepuy Formation. Several hundreds of meters thick. Equivalent to all but the lowermost part of the Uaimapué Formation of Reid and Bisque (1975)

YXrc — **Canaima Formation**—Quartzarenite, arkose, conglomeratic arenite, conglomerate, siltstone, and shale. Abundant crossbeds in arenite and arkose units. Weathers to form cliffs on resistant arenite, arkose, and conglomerate units and slopes on relatively nonresistant siltstone, shale, and silty arenite units. About 1,000–2,000 meters thick. Equivalent to Uairén and Kukuenán Formations and lowermost part of Uaimapué Formation of Reid and Bisque (1975)

Xpr — **Pre-Roraima Group sedimentary rocks (Early Proterozoic)**—Fine-grained to very fine grained, clay-rich sandstone, locally containing granule-size quartz grains. Interbedded with red shale and sandy shale (Briceño, 1982)

VOLCANIC ROCKS

Xcv — **Caicara Formation of the Cuchivero Group (Early Proterozoic)**—Unmetamorphosed ash-flow tuffs and rhyolitic to dacitic flows and breccias. Correlative volcanic rocks from Icabarú have a U-Pb age of 1,980 Ma (Brooks and others, 1995)

INTRUSIVE ROCKS

d — **Diabase (Mesozoic to Early Proterozoic)**—Dark-gray to greenish-gray, fine- to coarse-grained diabase of tholeiitic composition. Forms dikes and sills. K-Ar ages of diabase in region are 210–200 Ma and 1,700–1,600±0.8 Ma (Teggin and others, 1985; Sidder and Mendoza, 1991). Determined from SLAR interpretation

d (lined pattern) — **Diabase interpreted from aeromagnetic high**

ic — **Carbonatite(?) intrusion of Cerro Impacto (Mesozoic to Early Proterozoic)**—Inferred primarily from geochemistry of the laterite (which is enriched in Ta, Nb, Th, Ba, and REE) and barite outcrops and from geophysical interpretation that indicates a magnetite-rich core. Carbonatite underlies north-south ridge that has a thick lateritic cover in a depression composed of fenitized granodiorite and tonalite. Age may be as young as 80 Ma (Mendoza and others, 1977) or as old as 1,800 Ma as inferred from intrusive relationship with the granitic rocks of the Cuchivero Group (1,900–1,800 Ma; Sidder and Mendoza, 1991)

ac — **Alkaline complexes (Early Proterozoic?)**—Inferred to be present based on interpretation of aeromagnetic data. Possibly similar to La Churuata (dated at 1,300 Ma), an alkaline complex to the south where aegirine, riebeckite, biotite, zircon, monazite, and bastnaesite were identified (Soares, 1985)

Xcg — **Granitic rocks of the Cuchivero Group (Early Proterozoic)**—Includes granites of Guaniamito, San Pedro, and Santa Rosalia intruded into volcanic rocks of the Caicara Formation. Commonly equigranular to porphyritic, medium to coarse grained, and locally foliated. Phenocrysts include orthoclase, microcline, plagioclase, quartz, biotite, muscovite, and accessory sphene, apatite, zircon, and hornblende. Rb-Sr isotopic age range of 1,900 to 1,800 Ma (Sidder and Mendoza, 1991)

(pattern) — **Fenitized zone at Cerro Impacto**—Caused by the underlying carbonatite(?). Indicated by smooth depression on SLAR

METAMORPHIC ROCKS

Xmp — **Metamorphic-plutonic terrane of San Carlos (Early Proterozoic)**—Granite, granite gneiss, augen gneiss, and relatively abundant pegmatite

Xbc — **Basement complex (Early Proterozoic)**—Foliated granite to granodiorite gneiss

SIMBOLOS GEOLOGICOS Y GEOFISICOS

[Ubicación aproximada; SLAR—interpretado en la imagen de radar]

- **Contacto geológico**—Incluye contactos cubiertos
- **Lineamiento**—Incluye fracturas, fallas y estratificación (SLAR)
- **Anticlinal o antiforme (SLAR)**
- **Sinclinal o sinforme (SLAR)**
- **Estructura circular de origen desconocido**—Podría indicar un centro volcánico (SLAR y datos geofísicos)
- **Límite de graben (SLAR)**
- 55 **Rumbo y buzamiento de capas**
  - Inclinado
  - **Angulo de buzamiento bajo**—Probablemente menos de <20° (SLAR)
  - **Angulo de buzamiento moderado**—Probablemente entre 20–40° (SLAR)
- 80 **Rumbo y buzamiento de foliación por compactación (tobas de flujos de ceniza) o lavas con laminaciones de flujo (flujos de lava)**
  - Inclinado
  - Buzamiento desconocido
  - Vertical
- **Rumbo y buzamiento de diaclasas**
  - Inclinado
  - Vertical
- ANOMOLIA DE TORIO (1) **Anomalía geofísica**—Nombrada, numerada y descrita en la siguiente sección
- **Gradiente magnético**—Los gradientes magnéticos están numerados y descritos en la siguiente discusión de anomalías geofísicas
- **Observación de campo**—Indica localización de la observación y (o) muestra de roca y (o) descripción petrográfica
- Simas en el Cerro Sarisariñama
- Pista de aterrizaje no pavimentadas
- Caserío o asentamiento
- (362 m) Altitud aproximada (metros)

GEOLOGIC AND GEOPHYSICAL SYMBOLS

[Approximately located; SLAR, inferred from Side Looking Airborne Radar imagery]

- **Geologic contact**—Includes concealed contacts
- **Lineament**—Includes fractures, faults, and bedding (SLAR)
- **Anticline or antiform (SLAR)**
- **Syncline or synform (SLAR)**
- **Circular feature of unknown origin**—May indicate a volcanic center (SLAR or geophysical data)
- **Graben boundary (SLAR)**
- 55 **Strike and dip of beds**
  - Inclined
  - **Low dip angle**—Probably <20° (SLAR)
  - **Moderate dip angle**—Probably 20–40° (SLAR)
- 80 **Strike and dip of compaction foliation (ash-flow tuffs) or flow layering (lava flows)**
  - Inclined
  - Dip not known
  - Vertical
- **Strike and dip of joints**
  - Inclined
  - Vertical
- THORIUM ANOMALY (1) **Geophysical anomaly**—Labeled and numbered and discussed in following section
- **Magnetic gradient**—Magnetic gradients are labeled and numbered and discussed in following section
- **Field data point**—Indicates locality for site description and (or) hand sample and (or) thin-section description
- **Sinkholes on Cerro Sarisariñama**
- **Unimproved landing strip**
- **Village**
- (362 m) **Approximate altitude (meters)**

ANOMALIAS GEOFISICAS

[Las anomalías geofísicas están indicadas en el mapa con un nombre específico y un número. Las descripciones de las anomalías en los siguientes párrafos son de J.C. Wynn (USGS, comunicación escrita, 1993).]

Cerro impacto

Anomalía de torio (1)—Anomalía derivada directamente de los mapas interpretativos del Ministerio de Energía y Minas, Caracas, Venezuela. La anomalía consiste de zonas con valores altos de Th, U o K. Esta anomalía fué interpretada por la compañía Hunting, Reino Unido.

Estructura circular (2)—Anomalía consiste de una serie de anomalías magnéticas de baja intensidad y amplitud alta, las cuales son casi continuas formando un semicírculo. Los centros de las anomalías presentan magnetismo negativo; ésto es altamente sugestivo de magnetización remanente inversamente polarizada.

Núcleo rico en magnetita (3)—Consiste de una región central encerrada por la estructura circular, arriba descrita (2). Está caracterizada por una anomalía magnética positiva ligeramente descentrada, de longitud de onda amplia y de forma casi circular sobre la intrusión de carbonatita inferida. Esta anomalía es probablemente debida a magnetización inducida.

Oeste y suroeste

Masa densa profunda (4)—Esta masa está inferida a partir de una anomalía positiva de gravedad simple de Bouguer con un valor de 14–16 miligales.

Intrusión no aflorante (5)—Inferida a partir de una anomalía magnética alta, intensa y localizada, la cual contrasta con un terreno de bajo magnetismo y topografía baja.

Gradiente magnético (6)—Inferido a partir de un rasgo magnético lineal. Está caracterizado por valores de campo interrumpidos escalonadamente y una serie de anomalías magnéticas de longitud de onda corta a lo largo de su eje.

Anomalía de uranio (7)—Derivada directamente de mapas interpretativos del Ministerio de Energía y Minas, Caracas, Venezuela. Las anomalías consisten de zonas con valores elevados de Th, U o K. Esta anomalía fué interpretada por la compañía Hunting, Reino Unido.

Complejo igneo no aflorante (8)—Inferido a partir de varias anomalías magnéticas intensas concentradas en una región con bajo magnetismo y baja expresión topográfica. Este complejo igneo está caracterizado por cuatro o cinco anomalías magnéticas discretas con longitud de onda media. Además, las anomalías están dispuestas muy cerca una de la otra formando un patrón semicircular con anomalías de longitud de onda corta superimpuestas.

GEOPHYSICAL ANOMALIES

[Geophysical anomalies are discussed in the following section. These anomalies are indicated on the map and below by a label and number. Descriptions of these anomalies are from J.C. Wynn, USGS, written commun., (1993).]

Cerro impacto

Thorium anomaly (1)—Anomaly derived directly from interpretive maps of the Ministerio de Energia Y Minas, Caracas, Venezuela. The anomaly consists of contoured zones that the contractor (Hunting-UK) interpreted as having anomalously high values of Th, U, or K.

Ring structure (2)—Anomaly is a nearly continuous string of high-amplitude magnetic lows that form a semi-circle. The negative magnetic centers of the anomalies strongly suggest reversely polarized remanent magnetization.

Magnetite-rich core (3)—The central region is enclosed by a negatively-polarized feature, described above, that is characterized by a slightly offset-from-center, long-wavelength, nearly circular positive magnetic anomaly (probably only induced magnetization) centered over the inferred carbonatite.

West and southwest

Deep dense mass (4)—Inferred from a positive simple Bouguer gravity anomaly of 14–16 milligals.

Concealed intrusion (5)—Inferred from a localized magnetic anomaly high in an otherwise subdued magnetic field over a region of little topographic expression.

Magnetic gradient (6)—Inferred from a linear magnetic feature characterized by a step-offset in field values and a localized, short-wavelength string of magnetic anomalies along its axis.

Uranium anomaly (7)—Derived directly from interpretive maps of the Ministerio de Energia y Minas, Caracas, Venezuela. Anomalies consist of contoured zones that the contractor (Hunting-UK) interpreted to have anomalously high values of Th, U, or K.

Concealed igneous complex (8)—Inferred from a localized, intense cluster of magnetic anomalies in an otherwise subdued magnetic field over a region of little topographic expression. This igneous complex is characterized by four or five discrete medium-wavelength magnetic anomalies closely spaced in a subcircular pattern that contains superimposed small, short-wavelength anomalies.

RESUMEN GEOLOGICO

INTRODUCCION

El cuadrángulo Río Caura está localizado en la porción Venezolana del Escudo de Guayana en el noreste de Suramérica (Gibbs y Barron, 1983, 1993; Sidder y Mendoza, 1991, 1994). El Escudo ha sido dividido en cinco unidades litotectónicas por Sidder y Mendoza (1991): (1) gneises de edad Arqueano con grado metamórfico de la facie de la anfibolita a granulita, (2) un terreno de rocas verdes y rocas graníticas de edad Proterozoico Temprano, (3) rocas volcánicas y plutónicas no metamorfizadas del Proterozoico Temprano, (4) rocas sedimentarias de edad Proterozoico Temprano a Medio y (5) granito rapakivi anorogénico del Proterozoico Medio. Los tipos de rocas más importantes en el cuadrángulo Río Caura son las volcánicas y plutónicas del Grupo Cuchivero de edad Proterozoico Temprano y las rocas sedimentarias continentales del Grupo Roraima del Proterozoico Medio. Las areniscas del Grupo Roraima forman mesas espectaculares aisladas llamadas tepuys (o tepuis) por los indios Pemones (Carías, 1988). También están presentes depósitos sedimentarios de edad Cuaternario, diabasa de edad Mesozoico(?) y/o Proterozoico y rocas intrusivas y metamórficas de edad Proterozoico.

El rasgo estructural dominante en el cuadrángulo son numerosos lineamientos los cuales tienen dirección noreste y noroeste. Dichos lineamientos han sido cartografiados en base a interpretación de imágenes de radar (Side-Looking Airborne Radar o SLAR; lámina 3, U.S. Geological Survey y Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993). El rumbo y buzamiento de las capas, foliación por compactación, diaclasas y ejes de anticlinales y sinclinales fueron compilados a partir de datos de campo, informes publicados e imágenes de radar.

Las ocurrencias minerales son principalmente placeres de oro y diamantes asociados a los conglomerados basales del Grupo Roraima, y elementos del Grupo Tierras Raras (REE), Ba, Nb y Ti en el Cerro Impacto. [De acuerdo al U.S. Geological Survey (USGS), una ocurrencia mineral es definida como un lugar donde existen, o hay la posibilidad de existir, minerales importantes; éste término no significa que la ocurrencia tenga valor económico (Goudarzi, 1984).] En el área de estudio existen localidades con características geológicas favorables para la concentración de las siguientes asociaciones de elementos: (1) U-Th-Ce asociada con complejos alcalinos, (2) Fe-Cu-U-Au-elementos del Grupo Tierras Raras (REE) cerca del Cerro Cácaro, ésta asociación es representativa de depósitos como Olympic Dam, (3) Ni-Cr-Cu-V asociada con el dique Cácaro, (4) depósitos epitermales de metales preciosos y (5) rocas porfídicas con Cu.

Este mapa geológico es parte de una serie de compilaciones geológicas y geofísicas a escala 1:500 000 (figura 1), las cuales son el resultado del convenio entre el U.S. Geological Survey (USGS) y la Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A. (CVG-TECMIN) para el estudio de la geología y recursos minerales en la región del Escudo de Guayana en Venezuela. El cuadrángulo Río Caura tiene aproximadamente 72.195 km² de cobertura selvática en el suroeste del Estado Bolívar y noreste del Estado Amazonas (anteriormente Territorio Federal Amazonas), Venezuela.

METODOS DE ESTUDIO

Este mapa es el resultado de la integración de datos obtenidos durante trabajos de campo por geólogos del USGS y CVG-TECMIN con estudios geológicos regionales y levantamientos geofísicos. La cartografía geológica de áreas con cobertura selvática es difícil debido a (1) los afloramientos están en su mayoría restringidos a los ríos, (2) la vegetación es densa, (3) el clima es húmedo y caliente, (4) intensa lluvia y (5) el acceso es principalmente por río. Además, usualmente los escasos afloramientos alejados de los ríos están intensamente meteorizados y podrían estar enmascarados por una gruesa cubierta de suelos lateríticos. Por lo tanto las descripciones de las rocas son de muestras que provienen principalmente de los ríos. La localización de los sitios con datos u observaciones está indicada en el mapa. Este estilo de cartografía geológica, el cual ha sido útil durante estudios de campo en regiones selváticas en Liberia (Thorman, 1977), aporta un índice sobre la distribución y calidad de datos de campo usados para describir las unidades geológicas en el cuadrángulo Río Caura. La interpretación de la imagen de radar, combinada con los datos de campo, permite la extrapolación de rasgos geomorfológicos de áreas en las proximidades del sitio de muestra a áreas que no han sido muestreadas pero que tienen rasgos geomorfológicos similares. También se puede hacer extrapolaciones en base a respuestas aeromagnéticas y aeroradiométricas.

Los sitios de datos indican principalmente (1) descripciones petrológicas realizadas por geólogos de CVG-TECMIN y del USGS y (2) descripciones macroscópicas o microscópicas hechas por geólogos de CVG-TECMIN y del USGS durante reuniones científicas en Puerto Ordaz y Ciudad Bolívar durante 1991. Otros datos se tomaron de (1) mapas publicados, (2) datos extraídos del banco de datos de recursos minerales (MRDS o Mineral Resources Data System) del USGS y (3) notas de campo de geólogos de CVG-TECMIN, mapas no publicados e informes internos. También se incorporaron las imágenes de radar correspondientes al cuadrángulo Río Caura (lámina 3, U.S. Geological Survey y Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993), datos geofísicos (levantamientos aeromagnéticos y aeroradiométricos disponibles para el sector centro-occidental del cuadrángulo). Esta información aportada por sensores remotos fué utilizada extensamente y compilada con estudios y cartografía geológica previos realizados conjuntamente por CVG-TECMIN y el USGS durante 1988 y 1989. Las fuentes de información utilizadas están indicadas en la figura 2.

Algunos contactos entre las unidades geológicas, así como también sus descripciones, difieren de los reportados en el mapa a escala 1:1 000 000 del Escudo de Guayana (lámina 2, U.S. Geological Survey y Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993). Estas diferencias, las cuales son discutidas en éste informe, son debidas a (1) interpretación diferente de la misma información, (2) disponibilidad de información de campo, la cual no había sido publicada y fué obtenida a través de entrevistas con geólogos de CVG-TECMIN, (3) una escala mayor, lo cual ha permitido más detalle y (4) un flujo de información permanente lo cual afecta la cartografía geológica.

Las líneas de levantamiento o picas fueron ubicadas con brújula y abiertas con machete. La posición de los afloramientos, rumbo y buzamiento de capas y muestras fueron ubicadas con cinta métrica y brújula. Los mapas de drenaje, los cuales fueron preparados a partir de fotografías aéreas, proveen el medio de referencia para ubicar las muestras con respecto a una quebrada cruzada por la pica. La cobertura topográfica en el área es limitada. Las altitudes indicadas en el mapa fueron obtenidas del cuadrángulo Roraima (Army Map Service, 1951).

El acceso es principalmente a través de ríos y quebradas. También por aire haciendo uso de pistas de aterrizaje no pavimentadas localizadas en Canaracuni; en Guaña al sureste del Cerro Sarisariñama; en El Oso al norte de la Meseta Boco (también conocida como Cerro Parú); y en Entrerios en la confluencia de los Ríos Erebato y Caura en la parte norte del cuadrángulo. Sin embargo, el acceso por avioneta y/o helicóptero es impedido por la combinación de la cobertura selvática y nubosidad.

ROCAS METAMORFICAS

En base a interpretación de datos aeromagnéticos, se han delineado dos unidades metamórficas de edad Proterozoico Temprano. Estas son el terreno metamórfico-plutónico San Carlos (Xmp) y el complejo cristalino (Xbc), ambos en la parte sur del mapa. Los tipos de rocas predominantes en la unidad San Carlos, en base a interpretación de datos geofísicos, son granito, gneis granítico, gneis augen y pegmatita. Al oeste, en el Estado Amazonas, el complejo cristalino de edad Arqueano incluye gneis, esquisto, anfibolita, granito y migmatita (Mendoza y otros, 1977). En la Provincia Maroni-Itacaiunas en Brasil existe una asociación similar donde rocas cristalinas del basamento están dispersas dentro de un terreno Proterozoico (2.200–1.900 Ma) el cual incluye granito, gneis y migmatita (Teixeira y otros, 1989; Miranda, 1990; Miranda y otros, 1991).

ROCAS VOLCANICAS

Las rocas volcánicas de Proterozoico Temprano en el cuadrángulo Río Caura son parte de la Formación Caicara (Xcv) del Grupo Cuchivero (Ríos, 1972; Mendoza, 1977; Sidder y Mendoza, 1991). La Formación Caicara incluye tobas de flujos de ceniza (ignimbritas), flujos de lava y brecha riolítica a dacítica, y flujos y brechas menores de composición intermedia a máfica no metamorfizadas. Todo el conjunto de rocas calco-alcalinas forma una extensa cobertura volcánica subaérea, referida en éste trabajo como el campo volcánico Caicara. Regionalmente, éstas rocas volcánicas calco-alcalinas forman parte del Supergrupo Uatuma en Brasil (Gibbs y Barron, 1993). Los afloramientos de la Formación Caicara son pobres y están distribuidos en el sureste de Venezuela ((Ríos, 1972; Mendoza, 1977; Briceño y otros, 1989; Sidder y Martínez, 1990; Brooks y otros,1995), en Brasil (Priem y otros, 1971; Montalvao, 1975; Berrange, 1977; Cals y otros, 1981; Gibbs, 1987; Thorman y Drew, 1988), en Guyana (Kloosterman, 1975) y en Surinam (Verhofstad, 1969). Gaudette y otros (1978) reportaron una edad, por el método Rb-Sr, de 1.730 Ma en flujos de lava de la Formación Caicara y concluyeron que ésta edad es más jóven que la edad absoluta del volcanismo. Cerca de Icabarú, en el sureste de Venezuela (figura 1), se colectó una muestra de toba de flujo de ceniza pobre en cristales y que contiene pirita. De ésta roca se separaron tres fracciones de circones los cuales arrojaron una edad, por el método U-Pb, de 1.980 Ma (Brooks y otros, 1995). El espesor de la Formación Caicara es desconocido.

Las fuentes (calderas) de los grandes volúmenes de tobas de flujos de ceniza todavía no se han encontrado. Sin embargo, García y Lugo (1991), basados en interpretación de imágenes de radar y verificación de campo, identificaron la estructura circular Carún de edad Proterozoico y 15 kilómetros de diámetro en la parte oeste del contiguo cuadrángulo Santa Elena (figura 1). Como comparación, el diámetro promedio de 28 calderas en todo el mundo es de 13 kilómetros (McDonald, 1972). Basados en imágenes de radar (lámina 2, U.S. Geological Survey y Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993) se han identificado otras estructuras circulares de origen desconocido en la región, pero con dimensiones semejantes a calderas conocidas.

Las tobas de flujos de ceniza de la Formación Caicara son líticas, con un contenido de cristales que varía de pobre a abundante. Comúnmente las tobas presentan fragmentos achatados de pómez con un tamaño de al menos 1 centímetro, embebidos en una matriz rica en esquirlas (fragmentos angulares) de vidrio. Las tobas y flujos de lava localmente contienen biotita fresca a oxidada, cuarzo corroído, plagioclasa, hornblenda oxidada y cantidades menores de sanidina, clorita y circón. Intercalados con los flujos de lava hay capas de material piroclástico, las cuales podrían estar alteradas hidrotermalmente.

Las rocas volcánicas de la Formación Caicara están expuestas en los sectores central, oriental y sur del cuadrángulo Río Caura, así como también, fuera del área del mapa (Ríos, 1972; Mendoza, 1977; Sidder y Mendoza, 1991). Dichas rocas no han sido afectadas por metamorfismo regional. Como ejemplo de rocas no metamorfizadas se pueden mencionar aquellas expuestas al noreste del Cerro Cácaro (N. Page, USGS, comunicación escrita, 1989), en Entrerios, en la parte norte del mapa y en el sur a lo largo de la quebrada del Río Caura (Tepedino, 1985; Sidder y Martínez, 1990). Otras áreas donde afloran rocas volcánicas sin metamorfismo están localizadas en la parte oriental del cuadrángulo (descripciones no publicadas, fuentes de información 9 y 10, figura 2). Cerca de Icabarú, en el cuadrángulo vecino Santa Elena, Brooks y otros (1995) cartografiaron tobas de flujos de ceniza y otras rocas volcánicas de la Formación Caicara las cuales no presentan metamorfismo. Al noreste del cuadrángulo Río Caura, Mendoza (1977) describió rocas metavolcánicas de edad Proterozoico; sin embargo, el metamorfismo fué atribuido al contacto entre granitos del Grupo Cuchivero y las rocas volcánicas.

En la parte sureste del cuadrángulo, cerca del Cerro Ichún, Briceño y otros (1989) describieron la Formación Ichún, la cual está formada por tobas de lapili, tobas de flujos de ceniza, arenisca volcaniclástica y flujos andesíticos. Estas rocas no presentan evidencia de metamorfismo. En ésta localidad, se han cartografiado la Formación Ichún y la Formación Caicara como unidades separadas basado en (1) las descripciones de Briceño y otros (1989) y (2) distinción geomorfológica en la imagen de radar entre la Formación Ichún y rocas volcánicas de la Formación Caicara en la misma área (lámina 2, U.S. Geological Survey y Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993). Sin embargo, en éste informe incluimos la Formación Ichún de Briceño y otros (1989) con la Formación Caicara en una sola unidad por las siguientes razones: (1) las dos formaciones son litológicamente y químicamente similares, (2) ambas formaciones están estratigráficamente por debajo del Grupo Roraima, (3) el número de edades isotópicas disponibles para cada formación no es adecuado para determinar si dichas formaciones son de diferente edad, (4) ninguna de las dos unidades está regionalmente metamorfizada y (5) la distinción geomorfológica puede resultar de la consolidación de unidades volcánicas provenientes de diferentes fuentes pero de igual edad.

ROCAS PLUTONICAS

Las rocas graníticas del Grupo Cuchivero (Xcg) incluyen los granitos de Guaniamito, San Pedro y Santa Rosalía, los cuales intrusionaron las rocas volcánicas de la Formación Caicara después de la Orogenia Transamazónica (2.100 Ma a 1.900 Ma; Ríos, 1972; Mendoza y otros, 1975; Sidder y Mendoza, 1991). Los granitos tienen textura equigranular a porfídica, grano medio a grueso y están localmente foliados. Los minerales primarios de las rocas graníticas del Grupo Cuchivero (1.800–1.900 Ma) incluyen ortoclasa, microclino, plagioclasa, cuarzo, biotita y muscovita. Entre los minerales accesorios están esfena, apatito, circón, epidoto y hornblenda (Añez, 1985; Sidder y Mendoza, 1991).

Las rocas graníticas del Grupo Cuchivero no han sido subdivididas para ésta compilación; sin embargo, las descripciones de las rocas graníticas del cuadrángulo Río Caura son similares a la definición general de las rocas graníticas del Grupo Cuchivero (Sidder y Mendoza, 1991) y son disímiles al granito rapakivi de Parguaza (Gaudette y otros, 1978). La única unidad del Grupo Cuchivero que ha sido identificada en el cuadrángulo es el granito de Santa Rosalía (Tepedino, 1985), el cual aflora cerca de Entrerios, en el sector noroeste del mapa y también a lo largo de los Ríos Erebato y Merevari en la parte central y sur del mapa, respectivamente. El granito de Santa Rosalía fué identificado por debajo del Grupo Roraima en la Meseta Boco (Cerro Parú), en la parte suroeste del mapa (Ghosh, 1985). Las descripciones de rocas graníticas sin nombre formal, en otras partes del cuadrángulo, son similares a las del Grupo Cuchivero. Por ejemplo, al noreste del Cerro Cácaro aflora un granito con cuarzo y feldespato, de textura seriada, inequigranular a equigranular, de grano medio, el cual está en contacto con flujos andesíticos a dacíticos posiblemente afectados por metasomatismo potásico (L. Guzmán y otros, CVG-TECMIN, comunicación escrita, 1989; N. Page, USGS, comunicación escrita, 1989). En el Cerro Impacto y a lo largo del Río Parusito (al suroeste del Cerro Impacto), Aarden y otros (1973) describieron granito y granodiorita de grano medio a grueso. Aproximadamente a 10 kilómetros al sureste del Cerro Sarisariñama, a lo largo de un río sin nombre, rocas volcánicas de la Formación Caicara (Xcv) están en contacto con granodiorita porfídica (fuente de información 7, figura 2), la cual en éste informe se incluye dentro del Grupo Cuchivero (Xcg). La extrapolación del carácter geomorfológico, en la imagen de radar, del terreno granítico de éstas áreas a otras áreas de carácter similar (textura gruesa, alto relieve) indica un extenso terreno granítico en el cuadrángulo.

El granito de Parguaza, el cual comúnmente tiene textura rapakivi, está indicado dentro del área del cuadrángulo Río Caura (lámina 2, U.S. Geological Survey y Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993). Sin embargo, no hay datos de campo o descripciones publicadas y citadas en el presente informe que describan granito con textura rapakivi (fenocristales de ortoclasa, de al menos un centímetro de tamaño, enmantados por plagioclasa) que puedan ser correlacionados con el granito de Parguaza 1.550 Ma). Este granito es extenso al oeste de 68° de longitud oeste y por lo tanto, al oeste del cuadrángulo Río Caura (Gaudette y otros, 1978).

ROCAS INTRUSIVAS

En el mapa, la localización de los diques y cuerpos tabulares concordantes (o sills) de diabasa (d) de edad Proterozoico a Mesozoico, está basada en la interpretación de las imágenes de radar, verificación de campo e interpretación de datos aeromagnéticos. Estos intrusivos presentan alto relieve en la imagen de radar, son típicamente lineales y están orientados en dirección noreste. En el mapa están codificados con el símbolo "d" y representados por áreas de color gris. Los lineamientos que presentan una respuesta aeromagnética alta y amplitud alta, están interpretadas como cuerpos de diabasa cubiertos los cuales están codificados con el símbolo "d" y representados por áreas con un patrón rayado inclinado.

El dique Cácaro, el cual tiene más de 60 kilómetros de largo por 0,3–1,5 kilómetros de ancho y un rumbo N. 15° E., es el intrusivo de éste tipo más resaltante en la imagen de radar. Esta roca es máfica, de grano fino y gris oscuro (Tepedino, 1985). El dique tiene un alto relieve topográfico y está desplazado por fallas de rumbo noroeste. Tecroca en Mendoza y otros (1977) describió una anomalía aeromagnética sobre éste dique. La cobertura del levantamiento geofísico, la cual está limitada al extremo sur del dique, muestra una anomalía magnética asociada de amplitud alta y con susceptibilidad magnética fuerte (J. Wynn, USGS, comunicación escrita, 1993).

Las edades por el método K-Ar de diabasas compiladas por Sidder y Mendoza (1991), indican que hubo un período de mayor actividad intrusiva hace aproximadamente 1.700 ± 100 Ma y otro entre 210–200 Ma.

La estructura Cerro Impacto fué por primera vez identificada en la imagen de radar por Codesur (Aarden y otros, 1973). Esta es una depresión circular con una prominencia central alargada de aproximadamente 6 kilómetros de largo por 2 kilómetros de ancho. El cerro tiene rumbo norte-sur, está segmentado y está cubierto por laterita (Aarden y otros, 1973). La roca por debajo de la laterita es inferida como carbonatita (ic) basada en (1) la presencia de afloramientos masivos de barita y la geoquímica de la laterita la cual está enriquecida en Ta, Nb, Th, Ba y elementos del Grupo Tierras Raras tales como Ce, La y Nd (Aarden y otros, 1973, 1978), (2) interpretación de datos aeromagnéticos los cuales indican un núcleo con una anomalía magnética positiva, (3) la presencia de una anomalía de U-Th y (4) la morfología circular observada en la imagen de radar. Debido a la gruesa cubierta laterítica, la cual es rica en goetita, las perforaciones no alcanzaron roca fresca después de 200 metros de profundidad. Solamente se logró obtener fragmentos meteorizados de roca fenitizada (Aarden y otros, 1973; Premoli y Kroonenberg, 1981; Woolley, 1987; Brooks y otros, 1993). Las carbonatitas comúnmente presentes en escudos Precámbricos, asociadas a rocas alcalinas (Singer, 1986). Los elementos que típicamente están concentrados en carbonatitas incluyen P, Nb, Sr, Ba, Th, U, Cu, Ti, F, V y elementos del Grupo Tierras Raras (Heinrich, 1966; Singer, 1986; Samoilov, 1991). La edad de la carbonatita del Cerro Impacto puede ser tan reciente como 80 Ma (Mendoza y otros, 1977) pero podría ser tan antigua como 1.800 Ma. Esta edad está basada en la relación intrusiva con rocas graníticas del Grupo Cuchivero las cuales tienen una edad de 1.800–1.900 Ma (Sidder y Mendoza, 1991). La edad más antigua de 1.800 Ma es cercana a la edad de 1.700 Ma, uno de los períodos globales de actividad intrusiva carbonatítica (Veizer y otros, 1992).

A pesar del término "impacto", no existe ninguna evidencia mineralógica o estructural que indique que el Cerro Impacto es una estructura de impacto.

En base a interpretación de datos aeromagnéticos, dos complejos alcalinos (ac) han sido inferidos en el cuadrángulo Río Caura. En los complejos alcalinos, los cuales comúnmente alcanzan 10 kilómetros de diámetro, las diferentes variedades de alteración y tipos de rocas son reflejadas en anomalías magnéticas positivas complejas de amplitud alta (Hoover y Cordell, 1992). Los dos complejos identificados pueden contener granito porfídico con ribequita y aegirina. Esta inferencia se basa en la comparación con el complejo alcalino La Churuata, el cual está ubicado en el cuadrángulo La Esmeralda al sur (Wynn y otros, 1994b). La Churuata tiene una edad de 1.300 Ma; ésta contiene aegirina, ribequita, biotita, circón, monazita y bastnaesita (Soares, 1985; Brooks y otros, 1993). Inicialmente, La Churuata fué identificada con interpretación de datos aeromagnéticos e imágenes de radar.

ROCAS SEDIMENTARIAS

Rocas Proterozoicas

Las rocas sedimentarias (Xpr) del Grupo pre-Roraima de edad Proterozoico Temprano y similares a las arenitas del Grupo Roraima (Ghosh, 1985), infrayacen discordantemente al Grupo Roraima del Proterozoico Temprano a Medio. Según la interpretación de la imagen de radar en la región al este del Cerro Guaiquinima, éstas rocas están ligeramente plegadas y presentan buzamientos bajos a moderados. Estas rocas contrastan con el suprayacente Grupo Roraima el cual no está plegado y presenta buzamientos bajos. Las rocas pre-Roraima incluyen areniscas de grano fino a muy fino con abundante arcilla; localmente contienen granos de cuarzo y están intercaladas con lutita roja y lutita arenosa. Las rocas del Grupo pre-Roraima pueden estar penetradas por vetas de cuarzo, característica que no es común en las rocas suprayacentes del Grupo Roraima (Briceño, 1982).

El Grupo Roraima (YXr) es una unidad sedimentaria de origen continental, la cual abarca 250.000–450.000 km² entre Venezuela, Guyana, Surinam y la parte norte de Brasil (Priem y otros, 1973; L.V. Dalton en Reid y Bisque, 1975). El Grupo Roraima aflora en forma de espectaculares montañas, generalmente aisladas, de cima plana o mesas llamadas tepuys (o tepuis). En la imagen de radar, aparecen en forma de plato. Las capas son horizontales o forman estructuras sinformes con buzamiento bajo. La secuencia del Grupo Roraima, la cual tiene más de 2.600 metros de espesor (L.V. Dalton en Reid y Bisque, 1975), fué subdividida por Reid y Bisque (1975) y por Yánez (1984, 1985) en la parte sureste y central del Estado Bolívar, respectivamente. Ghosh (1985) correlacionó la estratigrafía del Grupo Roraima entre el Estado Amazonas, Venezuela y Surinam. Alberdi y Contreras (1989) también subdividieron el Grupo Roraima en la parte central del Estado Bolívar.

Para ésta compilación se utilizaron las unidades cartográficas de Yánez (1985) porque su mapa muestra unidades específicas en el Cerro Guaiquinima, el cual es un tepuy resaltante en el sector noreste del cuadrángulo. El uso del Cerro Guaiquinima como área tipo ayudó a extrapolar las unidades de Yánez (1985) a otros sectores donde aflora el Grupo Roraima. Las descripciones de las unidades fueron extraídas de estudios regionales por Reid y Bisque (1975) y por Yánez (1985).

La edad del Grupo Roraima es problemática. En la región sureste de Venezuela, Guyana y Surinam, el Grupo Roraima tiene al menos 1.600 Ma. Esta edad está basada en la edad de rocas piroclásticas félsicas (Priem y otros, 1973), las cuales yacen en la parte media del Grupo Roraima. Sin embargo, la parte inferior del Grupo Roraima está compuesta por cuarzo-arenitas y conglomerados, los cuales pueden alcanzar hasta 1.200 metros de espesor, por lo tanto la parte inferior debe ser más antigua que 1.600 Ma. Análisis geocronológicos de los diques y sills que cortan el Grupo Roraima en Guyana, indican una edad de aproximadamente 1.800 Ma (Onstott y otros, 1984) a 1.600 Ma (recalculada en Snelling, 1963). La edad máxima del Grupo Roraima está limitada por la edad de las rocas del Grupo Cuchivero; las edades para éste grupo indican una edad de aproximadamente 1.930–1.790 Ma (Sidder y Mendoza, 1991). Se desconoce de rocas más jóvenes por encima del Grupo Roraima en Venezuela, por lo tanto la edad absoluta de la parte superior del Grupo Roraima es desconocida. Sin embargo, la edad relativa de la parte superior puede ser inferida a partir de las edades de los diques y sills de diabasa que intrusionan la parte superior del Grupo Roraima (Briceño y otros, 1990).

En el Estado Amazonas, al oeste, las cuarzo-arenitas y arenitas feldespáticas en las secuencias de hasta 2.000 metros de espesor han sido correlacionadas con el Grupo Roraima en el sureste de Venezuela aún cuando en el Amazonas no están presentes unidades importantes de conglomerado, arcosa y toba félsica. El contacto entre el Grupo Roraima y el granito de Parguaza (1.550 Ma, Gaudette y otros, 1978), en el Estado Amazonas, es una discordancia angular. Así pues, el Grupo Roraima en el oeste de Venezuela es probablemente más jóven que 1.550 Ma. Basados en su compilación de estudios geocronológicos regionales, Sidder y Mendoza (1991) restringen la edad del Grupo Roraima, en todo el Escudo de Guayana en Venezuela, al período entre 1.900 y 1.500 Ma.

La Formación Canaima (YXrc), unidad basal del Grupo Roraima, está compuesta por arenisca cuarzosa, lentes de conglomerado, arenisca con guijarros y lutita limosa. Las estructuras sedimentarias incluyen estratificación cruzada, capas gradadas, canales de erosión y capas de conglomerados masivos de 1 a 10 metros de espesor. La Formación Canaima tiene entre 1.000 y 2.000 metros de espesor e incluye las Formaciones Uairén y Kukuenán de Reid y Bisque (1975).

La Formación Guaiquinima (YXrg), la cual tiene 250 metros de espesor (Reid y Bisque, 1975), está formada por conglomerado, grava de grano grueso, jaspe, chert, limolita, cuarzo-arenita de grano fino y arcosa roja. Las unidades individuales forman estratos que van desde capas delgadas hasta laminación gruesa. Estratificación cruzada y marcas de rizadura están localmente presentes.

La Formación Auyantepui (YXra), unidad más jóven del Grupo Roraima, está formada por cuarzo-arenita y arcosa. Las estructuras sedimentarias incluyen capas masivas, estratificación cruzada, y marcas de rizadura. Los tepuys que tienen escarpes verticales de 300 a 700 metros indican la presencia de la Formación Auyantepui. En la parte norte del Cerro Sarisariñama hay simas o cavernas verticales en arenisca con diámetros y profundidades hasta cientos de metros (Briceño y otros, 1990).

Rocas Cenozoicas

Localmente, a lo largo de ríos y quebradas en el área de estudio, existen depósitos delgados de arena, grava y limo. Solamente los depósitos más extensos han sido cartografiados. La presencia de ésta unidad está indicada en la imagen de radar donde predomina un relieve bajo con textura lisa. Este relieve contrasta con rocas del basamento, las cuales presentan una textura más rugosa.

ESTRUCTURAS REGIONALES

La descripción de estructuras depende principalmente de la interpretación de las imágenes de radar; de las estructuras indicadas en el mapa, solamente algunas han sido visitadas debido al difícil acceso. Tepedino (1985) encontró muy poca evidencia de pliegues o fallas regionales. Sidder y Martínez (1990) cartografiaron numerosos diques, diaclasas y fallas en el alto Río Caura. Sin embargo, éstas estructuras generalmente no pueden ser cartografiadas más allá del río. En general, el reflejo de la estratigrafía y la estructura sobre la topografía está disminuido debido a los efectos de la erosión y cobertura por suelos lateríticos, los cuales podrían alcanzar espesores considerables. La interpretación de la imagen de radar indica que el patrón estructural dominante en el cuadrángulo está caracterizado por lineamientos con rumbo noreste y noroeste. Estos lineamientos son probablemente fallas, fracturas, diaclasas o estratificación (como lo es el caso de rocas sedimentarias pre-Roraima al este del Cerro Guaiquinima). Los lineamientos podrían tener una edad Proterozoico Temprano a Medio o más jóvenes—los lineamientos cortan rocas graníticas del Grupo Cuchivero (Proterozoico Temprano) y rocas del Grupo Roraima (Proterozoico Temprano a Medio) en la Meseta Boco (Cerro Parú). En la parte sur del cuadrángulo, los Ríos Merevari y Caura están desplazados a lo largo de éstos lineamientos, los cuales podrían ser fallas; sin embargo, otros ejemplos de desplazamiento relacionados a lineamientos son escasos.

Regionalmente, los tepuys del Grupo Roraima se aproximan a estructuras sinformes abiertas las cuales presentan buzamientos concéntricos bajos a moderados (Ghosh, 1985). En el campo, un buzamiento de 55° (fuente de información 10, figura 2) fué reportado a lo largo del Río Ichún en la parte sureste del mapa. En el suroeste, en la Meseta Boco (Cerro Parú) se reportaron buzamientos de 20°–40° para la parte basal del Grupo Roraima (Ghosh, 1985). Los buzamientos inferidos a partir de la interpretación de la imagen de radar, son bajos (<20°). Estructuras sinformales abiertas fueron interpretadas en la meseta Boco (Cerro Parú), Cerro Ichún, Cerro Guanacoco y Cerro Guaiquinima.

En contraste con las rocas del Grupo Roraima, las rocas pre-Roraima al este del Cerro Guaiquinima presentan formas dómicas. En la imagen de radar se interpretó que las capas presentan buzamientos bajos a moderados (20°–40°).

Las rocas volcánicas en la región central y este del mapa han sido afectadas por estructuras antiformes abiertas las cuales tienen aproximadamente 10 kilómetros en su dirección más larga. Esta deformación posiblemente indica intrusiones subvolcánicas o compresión local. De acuerdo a la interpretación de la imagen de radar, éstas estructuras están restringidas al terreno de rocas volcánicas y por lo tanto son útiles para diferenciarlas de rocas graníticas.

Aproximadamente a 30 kilómetros al oeste del Cerro Impacto, se interpretó un graben con dirección noreste. Este tiene aproximadamente 50 kilómetros de largo y 10 kilómetros de ancho. Dos escenarios son posibles: (1) el graben podría indicar extensión después de 1.800 Ma, lo cual implicaría que la estructura es más jóven que el Grupo Cuchivero (1.900–1.800 Ma), o (2) dado que el Grupo Roraima está presente al oeste del graben y ausente dentro del mismo, se podría inferir que la extensión ocurrió después de la depositación y erosión local del Grupo Roraima. Por lo tanto, la edad mínima del segundo escenario podría ser 1.400–1.300 Ma, la cual es más jóven que la edad mínima del Grupo Roraima (1.500 Ma). Esto implicaría que el Grupo Roraima estuvo bajo erosión durante varios millones de años.

OCURRENCIAS MINERALES

En el cuadrángulo Río Caura se identificaron quince ocurrencias minerales (figura 3) y la tabla 1 contiene descripciones breves de éstas ocurrencias. También existen terrenos geológicos favorables para otras ocurrencias. Un ocurrencia mineral es definida como un lugar donde existe, o hay la posibilidad de existir, minerales importantes; éste término no significa que la ocurrencia tenga valor económico (Goudarzi, 1984).

Depositos de tipo placer

La exploración de placeres de oro y diamantes en la región es comúnmente realizada en los aluviones provenientes de los conglomerados y areniscas de la base del Grupo Roraima (Reid y Bisque, 1975; Mendoza, 1985). Mundialmente, la fuente de la mayoría de los diamantes son las kimberlitas. Sin embargo, todavía existe controversia sobre la fuente de los diamantes asociados con el Grupo Roraima. Al respecto, los diamantes podrían provenir de: (1) el reciclaje por procesos sedimentarios de kimberlitas en Africa Occidental (Reid, 1974), (2) la erosión de kimberlitas en Venezuela (Stewart y otros, 1994) o (3) de la erosión de fuentes secundarias en el Grupo Roraima (Meyer y McCallum, 1993).

Dohrenwend y otros (1995) identificaron tres tipos de depósitos de tipo placer en la región. Estos incluyen: (1) placeres de diamantes dentro de canales activos de ríos mayores, (2) placeres de oro y diamantes en depósitos coluvio-aluviales en drenajes de bajo orden y (3) paleoplaceres de oro y diamantes asociados con lentes conglomeráticos y capas localizadas en varios niveles en los 500–600 metros basales del Grupo Roraima.

Los placeres de diamantes se encuentran en conglomerados y depósitos coluviales asociados cerca del Cerro Guaiquinima y Cerro Ichún en el noreste y suroeste del cuadrángulo respectivamente (Sabater y Brennan, 1977; Meyer y McCallum, 1993). Otros depósitos de placeres de diamantes están presentes en el Río Carún y en drenajes en rocas pre-Roraima (Briceño, 1982). Añez (1985) delineó varias zonas que contienen placeres de diamantes, principalmente a lo largo de drenajes en el área de estudio. En el cuadrángulo Río Caura, doce sitios contienen oro y (o) placeres de diamantes (tabla 1). Al este del Cerro Cácaro, en un drenaje con rumbo este-oeste que corta el dique Cácaro, los indígenas tienen algunos sitios de extracción de oro posiblemente relacionados con conglomerados del Grupo Roraima.

En el cuadrángulo Santa Elena, al este, Reid y Bisque (1975) indican que la parte basal del Grupo Roraima presenta anomalías de uranio y torio. Análisis de las rocas indican que el contenido de uranio y torio es solamente un poco elevado en comparación al promedio en la corteza (Brooks y Nuñez, 1991). Concentraciones de placeres de minerales como circón o monazita, los cuales contienen uranio o torio, son las fuentes probables de la radioactividad.

Carbonatita y complejos alcalinos

En base a afloramientos masivos de barita y geoquímica de la cubierta laterítica que contiene goetita, se ha inferido que un cuerpo de carbonatita infrayace al Cerro Impacto. Este se localiza en la parte norte-central del cuadrángulo. Los elementos que están enriquecidos en la laterita incluyen Ta (>100 ppm), Nb (0,2–0,4 %), Th (0,2–0,4 %), Ba y elementos del Grupo Tierras Raras tales como Ce (0,04–1,0 %), La y Nd (Aarden y otros, 1973; 1978; tabla 1). Las anomalías de U-Th están basadas en datos aeroradiométricos. Se infiere que complejos alcalinos están presentes en el cuadrángulo Río Caura, solamente en base a la interpretación de datos aeromagnéticos. Anomalías magnéticas positivas y complejas sugieren varios tipos de roca y alteración (Hoover, 1992). Estos complejos alcalinos podrían contener granitos porfídicos con ribequita y aegirina, así como también uranio y otros recursos (Brooks y otros, 1993). Esta inferencia se basa en la comparación con el complejo alcalino La Churuata, el cual está situado en el cuadrángulo La Esmeralda al sur (Wynn y otros, 1994b). Este complejo tiene una edad de 1.300 Ma y contiene aegirina, ribequita, biotita, circón, monazita y bastnaesita (Soares, 1985).

La carbonatita inferida en el Cerro Impacto está incluida en el mismo grupo de carbonatitas y complejos alcalinos descritos en la parte noroccidental del Cratón Suramericano. Tales complejos incluyen La Churuata en Venezuela y Araxá y Seis Lagos en Brasil, todas de interés económico debido a su contenido de minerales radioactivos y elementos del Grupo Tierras Raras (Premoli y Kroonenberg, 1981; Young, 1984; Woolley, 1987).

Depositos de Fe-Cu-U-Au-Elementos del grupo Tierras Raras (REE) (Tipo Olympic Dam)

Según los datos aeromagnéticos, se infiere una estructura circular en rocas graníticas del Grupo Cuchivero, aproximadamente a 30 kilómetros al noreste del Cerro Cácaro. Esta estructura de 30–40 kilómetros de diámetro es diferente al Cerro Impacto. Este rasgo circular consiste de una anomalía central magnética positiva de amplitud alta, la cual está rodeada por dos anillos concéntricos que representan anomalías altas con longitud de onda corta. La amplitud muy alta del centro de la estructura sugiere un núcleo rico en magnetita. Adicionalmente, una anomalía fuerte de uranio está asociada con la anomalía magnética central (J.C. Wynn, USGS, comunicación escrita, 1993). Tales intrusiones graníticas raramente contienen concentraciones económicas de minerales, pero pueden tener cantidades menores de Mo, Sn, y W. Por otra parte, metasomatismo potásico podría haber afectado las rocas volcánicas cerca del contacto (N. Page, USGS, comunicación escrita, 1989).

El carácter geofísico y geológico de ésta estructura es similar al depósito Olympic Dam, localizado al sur de Australia y ambientes geológicos análogos en rocas del Proterozoico Medio en la región central de los Estados Unidos (Sidder y Day, 1993). El depósito de Olympic Dam está desarrollado en brechas hematíticas y está enriquecido en Cu, U, Au, Ag y elementos del Grupo Tierras Raras (REE). Entre los rasgos similares que la estructura circular Cácaro presenta están: (1) núcleo magnético y anomalías magnéticas concéntricas, (2) dimensión de la anomalía magnética (aprox. 10 kilómetros de diámetro), (3) anomalía de uranio, (4) intrusión de la estructura en un terreno granítico-riolítico de edad Proterozoico Temprano, (5) asociación de rocas volcánicas félsicas alteradas de la Formación Caicara y (6) en general, el carácter circular de las anomalías geofísicas (Roberts y Hudson, 1983; Hoover y Cordell, 1992).

Dique Cacaro

El dique Cácaro es máfico, con una longitud de 60 kilómetros, 0,3–1,5 kilómetros de espesor (Tepedino, 1985). El dique tiene un rumbo N. 15° E. Debido a sus dimensiones y extensión, éste dique fué considerado como un posible recurso de Ni, Co, Cr, Cu, Fe, Ti y V por Mendoza y otros (1977) y por la División de Recursos Minerales en Venezuela (Tepedino, 1985).

Depositos epitermales

Depósitos relacionados con calderas volcánicas

Hasta el presente no se han localizado las calderas fuentes de los grandes volúmenes de tobas de flujos de ceniza (ignimbritas) de composición calco-alcalina. La estructura circular Carún (García y Lugo, 1991) en el cuadrángulo Santa Elena y otros rasgos circulares (con dimensiones de calderas) de origen desconocido en rocas de la Formación Caicara podrían ser sitios con depósitos epitermales. Las calderas con fracturas concéntricas asociadas, otros tipos de fracturas y estructuras tipo graben son sitios favorables para la concentración de Au, Cu-As-Sb, Mo y depósitos polimetálicos por remplazamiento (Mosier y otros, 1986; Berger, 1986; Lipman, 1992).

Vetas de Metales Preciosos

En el alto Río Caura, Sidder y Martínez (1990) muestrearon vetas con sulfuros que contienen Au (0,026 ppm), Ag (3 ppm), Bi (1.000 ppm), Mo (20 ppm) y Pb (70 ppm). También se muestrearon riolita silicificada que contiene Ag (0,7 ppm) y un dique andesítico que contiene Cu (334 ppm), As (153 ppm) y Mo (7 ppm). La localización y descripción se presenta en la figura 3 y tabla 1 (mapa número 1), respectivamente.

Rocas porfídicas con Cu

Un ambiente geológico favorable para la localización de Cu en rocas porfídicas se encuentra cerca del asentamiento indígena de Canaracuni, aproximadamente 10 kilómetros al sureste del Cerro Sarisariñama (Cox, 1993; fuente de información 7, figura 2). Los tipos de rocas son principalmente granodiorita porfídica con una matriz aplítica, intrusiones porfídicas y hornfels albítico-epidótico-actinolítico.

Laterita

Lateritas enriquecidas en aluminio fueron reportadas en el Cerro Impacto y en otro sitio en el cuadrángulo (figura 3, tabla 1).

INTRODUCTION

The Río Caura quadrangle is in the Venezuelan Guayana Shield of northeastern South America (Gibbs and Barron, 1983, 1993; Sidder and Mendoza, 1991, 1994). Five lithotectonic provinces are defined in the Shield by Sidder and Mendoza (1991): (1) Archean amphibolite- to granulite-facies gneiss, (2) Early Proterozoic greenstone-granite, (3) Early Proterozoic unmetamorphosed volcanic and plutonic rocks, (4) Early to Middle Proterozoic sedimentary rocks, and (5) Middle Proterozoic anorogenic rapakivi granite. Early Proterozoic unmetamorphosed volcanic and plutonic rocks of the Cuchivero Group and Early to Middle Proterozoic continental sedimentary rocks of the Roraima Group are the major rock types in the Río Caura quadrangle. Sandstones of the Roraima Group crop out as isolated, spectacular mesas with vertical sides and level tops. These are called tepuys (tepuis), which means mountain in the language of the indigenous Pemons (Carías, 1988). Quaternary sedimentary deposits, Mesozoic(?) and (or) Proterozoic diabase, and Proterozoic intrusive and metamorphic rocks are also present.

Numerous northeast- and northwest-trending lineaments are the dominant structural features in the quadrangle and are mapped based on interpretation of Side Looking Airborne Radar imagery (SLAR; plate 3, U.S. Geological Survey and Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993). Strike and dip of bedding, compaction foliation, joints, and locations of anticlines and synclines were compiled from site visits, published reports, field notes, and SLAR.

Mineral occurrences are mainly placer gold and diamonds that are associated with basal conglomerate of the Roraima Group, and rare-earth elements (REE), Ba, Nb, and Ti at Cerro Impacto. Several localities in the study area have geologic settings permissive for concentration of elements: (1) U-Th-Ce associated with alkaline complexes, (2) Fe-Cu-U-Au-REE (Olympic Dam-type), near Cerro Cácaro, (3) Ni-Cr-Cu-V associated with the Cácaro dike, (4) epithermal precious metal deposits, and (5) porphyry Cu.

This geologic map is one of a series of geological and geophysical compilations at 1:500,000 scale (figure 1) resulting from collaborative studies of the geology and mineral resources of the Venezuelan Guayana Shield carried out under cooperative agreement between the United States Geological Survey (USGS) and the Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A. (CVG-TECMIN). The Río Caura quadrangle includes approximately 72,195 km² of jungle terrain in southwestern Estado Bolívar and northeastern Estado Amazonas (formerly Territorio Federal Amazonas), Venezuela.

METHOD OF STUDY

This map is the result of the integration of field data, obtained during site visits by USGS and CVG-TECMIN geologists, with regional geologic studies and geophysical surveys. Mapping in jungle terrain is difficult because of (1) outcrops that are typically limited to riverbank exposures, (2) dense vegetation, (3) hot and humid climate, (4) heavy rainfall, (5) and access that is primarily limited to rivers. Furthermore, sparse exposures away from the riverbanks are deeply weathered and may be obscured by thick laterite. Therefore, rock descriptions are from outcrops mainly along the rivers; these sites are indicated on the map. This mapping style, which was used during field studies in jungle terrain in Liberia (Thorman, 1977), provides an index to the quantity and distribution of field data used to describe map units in the Río Caura quadrangle. SLAR interpretation combined with these field data points allows extrapolation of the geomorphic character of the map unit near the site to unknown and inaccessible areas that have similar geomorphic texture on SLAR or that have similar aeromagnetic and aeroradiometric signatures.

Outcrop data points mainly indicate (1) field descriptions by USGS and CVG-TECMIN geologists and (2) hand-sample or thin-section descriptions made by USGS and CVG-TECMIN geologists during meetings in Puerto Ordaz and Ciudad Bolívar during 1991. Other data are from (1) published maps, (2) USGS Mineral Resources Data System (MRDS), and (3) CVG-TECMIN field notes, unpublished maps, and internal reports. SLAR, which is available for the complete quadrangle (plate 3, U.S. Geological Survey and Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993), and geophysical data (aeromagnetic and aeroradiometric surveys available for the central to western part of the quadrangle) were used extensively and compiled with previous studies and collaborative USGS and CVG-TECMIN mapping (1988–89). Sources of data are indicated on figure 2.

Some contacts and unit descriptions on this map differ from those on the 1:1,000,000-scale map of the Guayana Shield (plate 2, U.S. Geological Survey and Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993). These differences, which are discussed here, are due to (1) different interpretations of the same data, (2) availability and incorporation of unpublished field data obtained through interviews with CVG-TECMIN geologists, (3) detail permitted because of the 1:500,000 scale of this map, and (4) the ongoing nature of the study.

Traverse lines (picas) were first surveyed by compass and then cut by machete. Locations of outcrops, strike and dip of bedding, and sample localities were surveyed using chain and compass. Drainage maps, which were drafted directly from aerial photographs, provide a reference with which to locate sample localities with respect to stream (quebrada) crossings. Topographic coverage in the area is limited. Altitude measurements are from the Roraima quadrangle (Army Map Service, 1951).

Access in the quadrangle is provided mainly by streams and rivers. Unimproved landing strips are present at Canaracuni and at Guaña, southeast of Cerro Sarisariñama; at El Oso, north of Meseta Boco (also known as Cerro Parú); and at Entrerios in the northern part of the map area. However, the combination of dense jungle and mostly cloudy conditions commonly hinders access by fixed wing aircraft or helicopter.

METAMORPHIC ROCKS

Two Early Proterozoic metamorphic units, the metamorphic-plutonic terrane of San Carlos (Xmp) and the basement complex (Xbc), both in the southern part of the map, are delineated on the basis of aeromagnetic interpretation. In the San Carlos terrane, granite, granite gneiss, augen gneiss, and pegmatite are interpreted to be the predominant rock types on the basis of geophysical data. Archean basement complex in Estado Amazonas, to the west, includes gneiss, schist, amphibolite, granite, and migmatite (Mendoza and others, 1977). Similar rock types are in the Maroni-Itacaiunas Province in adjacent Brazil where Archean basement rocks are sparsely present within Proterozoic (2,200–1,900 Ma) terrane that includes granite, gneiss, and migmatite (Teixeira and others, 1989; Miranda, 1990; Miranda and others, 1991).

VOLCANIC ROCKS

Early Proterozoic volcanic rocks in the Río Caura quadrangle are part of the Caicara Formation (Xcv) of the Cuchivero Group (Ríos, 1972; Mendoza, 1977; Sidder and Mendoza, 1991) and include unmetamorphosed ash-flow tuffs, rhyolitic to dacitic flows and breccias, and minor intermediate to mafic flows and breccias. Regionally, these calc-alkaline volcanic rocks, which are included in the Uatuma Supergroup (Brazilian usage) of Gibbs and Barron (1993), form an extensive, subaerial volcanic field herein referred to as the Caicara volcanic field. Outcrops of this field are poorly exposed over a large area that includes parts of southeastern Venezuela (Ríos, 1972; Mendoza, 1977; Briceño and others, 1989; Sidder and Martínez, 1990; Brooks and others, 1995), northern Brazil (Priem and others, 1971; Montalvao, 1975; Berrange, 1977; Cals and others, 1981; Gibbs, 1987; Thorman and Drew, 1988), Guyana (Kloosterman, 1975), and Suriname (Verhofstad, 1969). Gaudette and others (1978) reported a Rb-Sr date of 1,730 Ma for flows in this suite in Venezuela and concluded that this date is younger than the true age of volcanism. Near Icabarú, in southeastern Venezuela (figure 1), three zircon fractions from an altered, pyrite-bearing crystal-poor ash-flow tuff gave a U-Pb age of 1,980 Ma (Brooks and others, 1995). Thickness of the Caicara Formation is unknown.

Sources for the voluminous ash-flow tuffs of the Caicara volcanic field have not been found. However, based on SLAR interpretation and reconnaissance field work, García and Lugo (1991) interpret the 15-kilometer-diameter Carún circular structure, in the western part of the nearby Santa Elena quadrangle (figure 1), as a Proterozoic caldera. For comparison, the average diameter of 28 calderas worldwide, as listed in McDonald (1972) is 13 kilometers. Other circular structures of unknown origin, but with caldera-size dimensions have been identified in the region (plate 2, U.S. Geological Survey and Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993).

Ash-flow tuffs of the Caicara Formation are lithic, crystal-rich to crystal-poor, and commonly have centimeter-size flattened pumice fragments in a shard-rich matrix. Tuffs and flows locally contain fresh to oxidized biotite, embayed quartz, plagioclase, oxidized hornblende, minor sanidine, chlorite, and zircon. Pyroclastic interbeds are common and some units have been hydrothermally altered.

Volcanic rocks of the Caicara Formation are exposed in the central, eastern, and southern parts of the Río Caura quadrangle, as well as outside the map area (Ríos, 1972; Mendoza, 1977; Sidder and Mendoza, 1991). Regional metamorphism has not affected the volcanic rocks at these locations. For example, unmetamorphosed volcanic rocks are present northeast of Cerro Cácaro (N. Page, USGS, written commun., 1989) and at Entrerios, in the northern part of the map area, to the south for most of the length of the Río Caura (Tepedino, 1985; Sidder and Martínez, 1990). Unmetamorphosed volcanic rocks are in the eastern part of the quadrangle (unpublished descriptions from data sources 9 and 10, figure 2). Near Icabarú, in the adjacent Santa Elena quadrangle, Brooks and others (1995) mapped unmetamorphosed ash-flow tuffs and other volcanic rocks of the Caicara Formation. Northeast of the Río Caura quadrangle, Mendoza (1977) described Proterozoic metavolcanic rocks; however, he attributed the metamorphism to local contact aureoles near intrusions of Cuchivero Group granite.

In the southeastern part of the quadrangle, near Cerro Ichún, unmetamorphosed lapilli and ash-flow tuff, volcaniclastic sandstone, and andesitic flows are named the Ichún Formation by Briceño and others (1989). At this location (plate 2, U.S. Geological Survey and Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993) the Ichún and Caicara Formations are mapped as separate units based on (1) descriptions of Briceño and others (1989) and (2) geomorphic distinction of the Ichún Formation from nearby volcanic rocks of the Caicara Formation on SLAR. In this report, however, we include the Ichún Formation of Briceño and others (1989) in the Caicara Formation because (1) the Caicara and Ichún are lithologically and chemically similar, (2) both are stratigraphically beneath the Roraima Group, (3) the number of isotopic dates available from each formation is inadequate to determine if the Caicara and Ichún are of different ages, (4) neither unit is regionally metamorphosed, and (5) geomorphic distinction may result from coalescence of volcanic units from coeval, but different sources.

PLUTONIC ROCKS

Granitic rocks of the Cuchivero Group (Xcg) include granites of Guaniamito, San Pedro, and Santa Rosalia that intruded volcanic rocks of the Caicara Formation following the Trans-Amazonian orogeny (2,100 to 1,900 Ma; Ríos, 1972; Mendoza and others, 1975; Sidder and Mendoza, 1991). These granites are equigranular to porphyritic, medium to coarse grained, and locally foliated. Primary minerals of the granitic rocks of the Cuchivero Group (1,800–1,900 Ma) include orthoclase, microcline, plagioclase, quartz, biotite, muscovite, and accessory sphene, apatite, zircon, epidote, and hornblende (Añez, 1985; Sidder and Mendoza, 1991).

Subdivisions of the granitic rocks of the Cuchivero Group have not been mapped for this compilation; however, granitic rock descriptions from the quadrangle are similar to the broad definition of the granitic rocks of the Cuchivero Group (Sidder and Mendoza, 1991) and are dissimilar to the rapakivi granite of Parguaza (Gaudette and others, 1978). Only the granite of Santa Rosalia has been identified in the quadrangle (Tepedino, 1985) near Entrerios, in the north-central part of the map, and along Río Caura, Río Erebato, and Río Merevari in the central and southern parts of the map. At Meseta Boco (Cerro Parú), in the southwestern part of the map, the Santa Rosalia was identified beneath Roraima Group (Ghosh, 1985). Descriptions of unnamed granite elsewhere in the quadrangle are similar to granite of the Cuchivero Group. For example, northeast of Cerro Cácaro, seriate, inequigranular to equigranular, medium-grained, quartz and feldspar granite is in contact with andesitic to dacitic flows possibly affected by potassium metasomatism (L. Guzmán and others, CVG-TECMIN, written commun., 1989; N. Page, USGS, written commun., 1989). At Cerro Impacto and along Río Parusito (to the southwest), Aarden and others (1973) described medium- to coarse-grained granite and granodiorite. About 10 kilometers southeast of Cerro Sarisariñama, along an unnamed river, volcanic rocks of the Caicara Formation (Xcv) are in contact with granodiorite porphyry (data source 7, figure 2) herein included in the Cuchivero Group (Xcg). In addition, extrapolation of the geomorphic character of the granitic terrane at these sites to other areas of similar character and texture (coarse, high relief) on SLAR, indicates extensive granitic terrane in the area.

The granite of Parguaza, which commonly has rapakivi texture, is indicated as existing within the Río Caura quadrangle (plate 2, U.S. Geological Survey and Corporación Venezolana de Guyana, Técnica Minera, C.A., 1993). However, neither field data nor published descriptions referenced herein for the Río Caura quadrangle describe rapakivi texture (centimeter-size orthoclase phenocrysts mantled by plagioclase) granite that might be correlative to or included in the granite of Parguaza (1,550 Ma), which is widespread west of 68° longitude, and, therefore, west of the Río Caura quadrangle (Gaudette and others, 1978).

INTRUSIVE ROCKS

On the map, locations of diabase dikes and sills (d) of Proterozoic to Mesozoic age are based on SLAR interpretation, field studies, and aeromagnetic data interpretation. On SLAR, these features have high relief, are typically linear, and trend northeast (gray units that are labeled "d" on the map). Linear, high-amplitude aeromagnetic highs, interpreted to be subsurface diabase bodies, are also shown on the map (units that have diagonal line pattern and are labeled "d").

The >60-kilometer-long, N. 15° E. trending Cácaro dike is the most prominent of these features on SLAR. This dike is mafic, medium grained, dark gray, 0.3–1.5 kilometers thick (Tepedino, 1985), has high topographic relief, and is offset by northwest-trending faults. An aeromagnetic anomaly over this feature was described by Tecroca in Mendoza and others (1977). Geophysical coverage, which is limited to the southern part of the dike, shows an associated high-frequency, high-amplitude magnetic anomaly with strong magnetic susceptibility (J. Wynn, USGS, written commun., 1993).

K-Ar ages of diabase compiled by Sidder and Mendoza (1991) indicate a Phanerozoic peak of intrusive activity at about 210–200 Ma and a Proterozoic peak at about 1,700 ± 100 Ma.

The Cerro Impacto structure, first identified on SLAR by Codesur (Aarden and others, 1973), is a circular depression with a prominent, segmented, laterite-covered, north-trending ridge that is about 6 kilometers long and 2 kilometers wide (Aarden and others, 1973). Carbonatite (ic) is inferred to underlie the structure based on (1) the presence of massive barite outcrops and the geochemistry of the laterite, which is enriched in Ta, Nb, Th, Ba, and REE such as Ce, La, and Nd (Aarden and others, 1973, 1978), (2) interpretation of aeromagnetic data that indicates a positive magnetic core, (3) the presence of a U-Th anomaly, and (4) the ring-like morphology on SLAR. Because of the thick, goethite-bearing laterite, drill holes to 200 m depth remained in laterite and only fragments of weathered fenite were found (Aarden and others, 1973; Premoli and Kroonenberg, 1981; Woolley, 1987; Brooks and others, 1993). Carbonatites are commonly present in Precambrian shields with associated alkaline rocks (Singer, 1986). Concentrations of elements that are distinctive of carbonatites typically include P, Nb, Sr, Ba, Th, U, Cu, Ti, F, REE, and V (Heinrich, 1966; Singer, 1986; Samoilov, 1991). The age of Cerro Impacto may be as young as 80 Ma (Mendoza and others, 1977) but it could be as old as 1,800 Ma based on the intrusive relationship with the 1,800–1,900 Ma granitic rocks of the Cuchivero Group (Sidder and Mendoza, 1991). The older age of 1,800 Ma is close to 1,700 Ma, one of the peak periods of global carbonatite intrusive activity (Veizer and others, 1992).

Despite the cognate term "impacto," no structural or mineralogical evidence is available to support interpretation of Cerro Impacto as an impact structure.

Two alkaline complexes (ac) are inferred to be present in the Río Caura quadrangle based on interpretation of aeromagnetic data. Large amplitude, complex magnetic highs commonly reflect the variety of alteration and rock types that may be present in alkaline complexes, which are commonly about 10 kilometers in diameter (Hoover and Cordell, 1992). These two complexes may contain riebeckite- and aegirine-bearing granite porphyry; an inference based on comparison with La Churuata, an alkaline complex dated at 1,300 Ma, in the La Esmeralda quadrangle (Wynn and others, 1994b) to the south, where aegirine, riebeckite, biotite, zircon, monazite, and bastnaesite were identified (Soares, 1985; Brooks and others, 1993). La Churuata was also initially identified by airborne radiometric survey and by SLAR interpretation.

SEDIMENTARY ROCKS

Proterozoic rocks

Early Proterozoic Pre-Roraima Group sedimentary rocks (Xpr), which locally resemble arenite of the Roraima Group (Ghosh, 1985), unconformably underlie the Early and Middle Proterozoic Roraima Group. East of Cerro Guaiquinima, in the northeastern part of the map area, are gently folded, low- to moderately dipping (SLAR interpretation) rocks that contrast with unfolded, horizontal to low-dipping rocks of the overlying Roraima Group. The Pre-Roraima rocks include fine- to very fine grained, clay-rich sandstone, which locally contains quartz grains, interbedded with red shale and sandy shale. Also, these rocks may be cut by quartz veins, a feature rarely observed in the overlying Roraima Group (Briceño, 1982).

The Roraima Group (YXr) is a widespread, continental sedimentary unit that is horizontal to broadly synformal and underlies 250,000–450,000 km² in Venezuela, Guyana, Suriname, and northern Brazil (Priem and others, 1973; L.V. Dalton in Reid and Bisque, 1975). Outcrops are typically saucer-shaped and form spectacular, isolated mesas called tepuys (tepuis). The >2,600-m-thick (L.V. Dalton in Reid and Bisque, 1975) Roraima Group was subdivided by Reid and Bisque (1975) and by Yánez (1984, 1985) in southeastern and central Estado Bolívar, respectively. Ghosh (1985) correlated Roraima Group stratigraphy from Estado Amazonas, Venezuela, to Suriname. Alberdi and Contreras (1989) also subdivided the Roraima Group in central Estado Bolívar.

Map units of Yánez (1985) are used for this compilation because his map showed units on Cerro Guaiquinima, a prominent mesa (tepuy) in the northeastern part of the map. Use of Cerro Guaiquinima as a type area aided extrapolation of Yánez' (1985) units within the quadrangle. Descriptions of the units are from regional studies by Reid and Bisque (1975) as well as from Yánez (1985).

The age of the Roraima Group is problematic. In southeastern Venezuela, Guyana, and Suriname, the Roraima Group is at least 1,600 Ma on the basis of dating of felsic pyroclastic rocks (Priem and others, 1973) in the middle part of the Roraima Group. However, as much as 1,200 meters of quartzarenite and conglomerate comprise the lower part of the Roraima Group and, therefore, the lower part of the Roraima Group must be older than 1,600 Ma. Dating of diabase dikes and sills that cut the Roraima Group in Guyana indicate an age of about 1,800 Ma (Onstott and others, 1984) to about 1,600 Ma (recalculated in Snelling, 1963). Moreover, diabase dikes and sills in Venezuela intrude the uppermost part of the Roraima Group (Briceño and others, 1990). The maximum age of the Roraima Group is constrained by the age of rocks in the underlying Cuchivero Group; the dates for the Cuchivero Group indicate an age of about 1,930 to 1,790 Ma (Sidder and Mendoza, 1991). Rocks younger than the Roraima Group are not known to overlie the Roraima Group in Venezuela. Thus, the age of the upper part of the Roraima Group is uncertain.

In Estado Amazonas, to the west, quartzarenite and feldspathic arenite in sequences as thick as 2,000 meters have been correlated with the Roraima Group in southeastern Venezuela even though major units of conglomerate, arkose, and felsic tuff are not present. The contact between the Roraima Group and the granite of Parguaza (1,550 Ma; Gaudette and others, 1978) in Estado Amazonas is an angular unconformity. Thus, the Roraima Group in western Venezuela is probably younger than 1,550 Ma. Based on their compilation of regional geochronologic studies, Sidder and Mendoza (1991) bracket the age of rocks currently mapped as the Roraima Group in southeastern Venezuela and Estado Amazonas between about 1,900 and 1,500 Ma.

The Canaima Formation (YXrc), the basal unit of the Roraima Group, is composed of quartz sandstone, conglomerate lenses, pebbly sandstone, and silty shale. Sedimentary structures include crossbeds, graded beds, scour channels, and massive conglomerate beds from 1 to 10 meters thick. This unit is 1,000–2,000 meters thick and includes the Uairén and Kukuenán Formations of Reid and Bisque (1975).

The Guaiquinima Formation (YXrg) is composed of conglomerate, coarse gravel, jasper, chert, siltstone, fine-grained quartzarenite, and red arkose. Individual units are thin bedded to coarsely laminated. Festoon cross-stratification and ripple marks are locally present in the 250-meter-thick section (Reid and Bisque, 1975).

The Auyantepui Formation (YXra), the youngest unit in the Roraima Group, is comprised of quartzarenite and arkose. Sedimentary structures within the unit include crossbeds, ripple marks, and cross-stratified massive sandstone. Flat-topped mesas that have 300–700-meter-high vertical cliffs indicate the presence of this unit. On the northern part of Cerro Sarisariñama, sinkholes (simas) that are hundreds of meters in diameter and depth are locally present in pseudokarst terrane (Briceño and others, 1990).

Cenozoic rocks

Thin deposits of Quaternary sand, gravel, and silt are present locally along rivers and streams throughout the study area. Only the more extensive deposits have been mapped. Presence of this unit is indicated on SLAR where smooth texture and low relief predominate over the rougher texture of the near surface bedrock.

REGIONAL STRUCTURE

Structural descriptions are dependent primarily on interpretation of SLAR; few of the features indicated on the map have been visited because of difficult access. Tepedino (1985) found little evidence for regional folds or faults. Sidder and Martínez (1990) mapped numerous dikes, joints, and faults in the upper Río Caura. However, these features can seldom be mapped for more than a few meters beyond riverbank exposures. In general, the effect of stratigraphy and structure on topography in jungle terrain is lessened because of the effects of erosion and thick lateritic soil.

SLAR interpretation indicates that numerous northeast- and northwest-trending lineaments are the dominant structural pattern in the quadrangle. These lineaments are probably faults, joints, fractures, or beds (as in Pre-Roraima sedimentary rocks east of Cerro Guaiquinima). The lineaments may be Early to Middle Proterozoic in age or younger—the lineaments cut granite of the Early Proterozoic Cuchivero Group and the Middle and Early Roraima Group at Meseta Boco (Cerro Parú), for example. In the southern part of the quadrangle, Río Merevari and Río Caura show offset along these lineaments, which may be faults; however, other examples of lineament-related offset are rare on SLAR.

Regionally, the Roraima Group mesas are broadly synformal and have low to moderate inward dip (Ghosh, 1985). In the field, an inward dip of 55° (data source 10, figure 2) is reported along Río Ichún in the southeastern part of the map area and, to the southwest, dips of 20–40° are indicated in basal Roraima Group at an unknown location at Meseta Boco (Cerro Parú; Ghosh, 1985). Dips interpreted from SLAR are inferred to be low (<20°). Broad synforms are present on Meseta Boco (Cerro Parú), Cerro Ichún, Cerro Guanacoco, and Cerro Guaiquinima.

In contrast to the overlying Roraima Group, the Pre-Roraima rocks east of Cerro Guaiquinima have domal to anticlinal forms. Beds are inferred to have low to moderate dips (20–40°) on SLAR.

Broad antiformal to domal structures, which are about 10 kilometers in diameter, have affected volcanic rocks in the central and eastern parts of the map area and possibly indicate subvolcanic intrusions or local compression. These structures are limited to volcanic terrane and are useful in differentiating plutonic and volcanic terrane on SLAR.

On the basis of SLAR interpretation, a northeast-trending graben that is about 50 kilometers long and 10 kilometers wide is about 30 kilometers west of Cerro Impacto. Two scenarios are possible: (1) the graben may indicate that extension occurred after about 1,800 Ma (age of the Cuchivero Group is about 1,900–1,800 Ma) or (2) given the presence of Roraima Group west of the graben and the absence of Roraima Group in the graben (SLAR interpretation), then extension postdates deposition and local erosion of the Roraima Group. Therefore, a minimum age for this second scenario could be 1,400–1,300 Ma—younger than the minimum age of the Roraima (1,900–1,500 Ma) with a few million years allowed for erosion of Roraima Group.

MINERAL OCCURRENCES

Fifteen mineral occurrences were identified in the Río Caura quadrangle (figure 3), and brief descriptions of the occurrences are listed on table 1. Permissive terrane for other commodities is also present. A mineral occurrence is defined as a place where a useful mineral or material is present, but the term does not imply an economic or resource connotation (Goudarzi, 1984).

Placer deposits

Exploration for placer gold and diamonds in the region is commonly aimed at alluvium downslope from conglomerate and sandstone of the basal Roraima Group (Reid and Bisque, 1975; Mendoza, 1985). The source of most naturally occurring diamonds is kimberlite; however, it remains controversial whether the diamonds associated with the Roraima Group in the quadrangle are (1) recycled by sedimentary processes from West African kimberlite (Reid, 1974), (2) eroded from kimberlite in Venezuela (Stewart and others, 1994), or (3) eroded from secondary sources in the Roraima Group (Meyer and McCallum, 1993).

In the region, three types of placer occurrences were identified by Dohrenwend and others (1995). These include: (1) diamond placers within modern channels of major rivers, (2) gold and diamond placers in colluvial-alluvial deposits of low-order drainages, and (3) gold and diamond paleoplacers associated with conglomeratic lenses and beds that are at several levels in the lower 500–600 meters of the Roraima Group.

Placer diamonds are found in conglomerate and associated colluvial deposits near Cerro Guaiquinima and Cerro Ichún in the northeastern and southeastern parts of the quadrangle, respectively (Sabater and Brennan, 1977; Meyer and McCallum, 1993). Other placer diamond prospects are present in Río Carún and in drainages within Pre-Roraima terrane (Briceño, 1982). Several diamond-bearing zones, mainly along drainages in the study area, were outlined by Añez (1985). Twelve sites in the quadrangle have placer gold and (or) diamonds (table 1). An additional placer gold site, possibly related to Roraima Group conglomerate, consists of workings by indigenous people east of Cerro Cácaro along an east-west drainage that cuts the Cácaro dike.

In the Santa Elena quadrangle, to the east, Reid and Bisque (1975) reported anomalous U and Th radioactivity from the basal Roraima Group. Analysis of the rocks indicates that the uranium and thorium content is only slightly elevated in comparison to crustal averages (Brooks and Nuñez, 1991). Placer-like concentration of uranium- and thorium-bearing minerals, such as zircon or monazite, is the likely source of the radioactivity.

Carbonatite and alkaline complexes

Carbonatite is inferred to underlie Cerro Impacto, which is in the north-central part of the quadrangle, on the basis of massive barite outcrops and geochemistry of the goethite-bearing lateritic cover. Elements that are enriched in the laterite include Ta (>100 ppm), Nb (0.2–0.4 percent), Th (0.2–0.4 percent), Ba, and REE such as Ce (0.04–1.0 percent), La, and Nd (Aarden and others, 1973; 1978; table 1). U-Th anomalies are based on aeroradiometric data. Alkaline complexes are inferred to be present in the Río Caura quadrangle based solely on interpretation of aeromagnetic data. Alteration and a variety of rock types are suggested by large amplitude, complex magnetic highs (Hoover, 1992). These alkaline complexes may contain riebeckite- and aegirine-bearing granite porphyry, as well as U resources (Brooks and others, 1993). This inference is drawn from comparison with La Churuata, a 1,300 Ma alkaline complex in the La Esmeralda quadrangle to the south (Wynn and others, 1994b), where aegirine, riebeckite, biotite, zircon, monazite, and bastnaesite were identified (Soares, 1985).

Cerro Impacto, and the carbonatite that is inferred to underly the structure, is included with several carbonatite and alkaline complexes in the western part of the South American craton. Such complexes include La Churuata in Venezuela and Araxa and Seis Lagos in Brazil, all of which are of economic interest because of associated radioactive elements and REE (Premoli and Kroonenberg, 1981; Young, 1984; Woolley, 1987).

Fe-Cu-U-Au-REE (Olympic Dam-type) deposits

A circular aeromagnetic feature is present in granitic rocks of the Cuchivero Group, about 30 kilometers northeast of Cerro Cácaro. This 30–40 kilometer diameter feature is different from Cerro Impacto. It consists of a high-amplitude positive magnetic anomaly surrounded by two mostly concentric rings of short-wavelength magnetic highs. The very high amplitude of the center suggests a magnetite-rich core. Additionally, a strong uranium anomaly is associated with the center magnetic anomaly (J.C. Wynn, USGS, written commun., 1993). Such granitic intrusions rarely contain economic concentrations of minerals, but may have minor amounts of Mo, Sn, and W. Additionally, potassium metasomatism may have affected the volcanic rocks near the contact (N. Page, USGS, written commun., 1989).

Geophysical and geologic character of this feature is similar to the Olympic Dam hematite breccia complex, South Australia (enriched in Cu, U, Au, Ag, and REE) and to analogous terrane in Middle Proterozoic rocks of the midcontinent region of the United States (Sidder and Day, 1993). Similar features of the Cácaro structure include the following: (1) magnetic core and concentric magnetic anomalies, (2) areal extent of the magnetic anomaly (about 10 kilometers in diameter), (3) uranium anomaly, (4) emplacement of the structure in Early Proterozoic granite-rhyolite terrane, (5) association of altered felsic volcanic rocks of the Caicara Formation, and (6) overall circular geophysical character (Roberts and Hudson, 1983; Hoover and Cordell, 1992).

Cacaro dike

The Cácaro dike is >60 kilometers long, mafic, strikes N. 15° E., and is 0.3–1.5 kilometers thick (Tepedino, 1985). Because of its size and extent, this dike was considered a possible resource for Ni, Co, Cr, Cu, Fe, Ti, and V by Mendoza and others (1977) and by the Venezuelan Division de Recursos Minerales (Tepedino, 1985).

Epithermal deposits

Caldera-Related Deposits

Calderas for the voluminous calc-alkaline ash-flow tuffs of the Caicara Formation have not been located. Structures such as the Carún circular feature (García and Lugo, 1991), in the adjacent Santa Elena quadrangle, and caldera-size circular features of unknown origin in Caicara terrane may be sites that have epithermal deposits. Calderas and associated ring fractures, other fractures, and grabens are permissive structural terrane for Au, Cu-As-Sb, Mo, and polymetallic replacement deposits (Mosier and others, 1986; Berger, 1986; Lipman, 1992).

Precious-Metal Veins

In the upper Río Caura area, Sidder and Martínez (1990) sampled quartz-sulfide veins that contained Au (0.026 ppm), Ag (3 ppm), Bi (1,000 ppm), Mo (20 ppm), and Pb (70 ppm). Silicified rhyolite that contains Ag (0.7 ppm) and an andesitic dike that contains Cu (334 ppm), As (153 ppm), and Mo (7 ppm) were also sampled. Locations and descriptions are in figure 3 and table 1 (map number 1), respectively.

Porphyry Cu

A geologic setting permissive for porphyry Cu (Cox, 1986) is present near the village of Canaracuni, about 10 kilometers southeast of Cerro Sarisariñama (Cox, 1993; reference 7, figure 2). Rock types are mainly granodiorite porphyry that has aplitic groundmass, porphyry intrusions, and albite-epidote-actinolite hornfels.

Laterite

Al-enriched laterite is reported at Cerro Impacto and at one other site in the quadrangle (figure 3, table 1).

Tabla 1. Abreviación del archivo del MRDS (Sistema de Datos de Recursos Minerales del USGS) del cuadrángulo Río Caura

[S, pequeño; M, mediano; -, desconocido; N, nada; T, algo; Dia, diamantes; PGE, elementos del grupo del platino; REE, elementos del Grupo Tierras Raras. Las descripciones de los modelos de depósitos (USGS), en paréntesis, son de Cox y Singer (1986). El archivo completo está disponible en U.S. Geological Survey, Minerals Information Office, Box 25046, Mail Stop 936, Denver Federal Center, Denver, CO 80225, U.S.A.]

Table 1. Abbreviated USGS Mineral Resources Data System (MRDS) file for the Río Caura quadrangle

[S, small; M, medium; -, unknown; N, none; T, some; Dia, diamonds; PGE, platinum-group elements; REE, rare-earth elements. U.S. Geological Survey model descriptions, in parentheses, are from Cox and Singer (1986). Complete MRDS file is available from U.S. Geological Survey, Minerals Information Office, Box 25046, Mail Stop 936, Denver Federal Center, Denver, CO 80225, U.S.A.]

Mapa No. / Map No.	MRDS #	Lugar / Site	Latitud / Latitude	Longitud / Longitude	Mineral / Commodities	Modelo del USGS / USGS Model	Tamaño / Size	Producción / Production
1	TC20128	Merevari	04°06'35" N.	63°46'21" O./W.	Au, Ag	Vetas epitermales / Epithermal vein (25E)	S	N
2	TC20251	Río Merevari	04°41'00" N.	63°56'00" O./W.	Dia	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	S	T
3	TC20253	El Parú	04°49'00" N.	65°51'00" O./W.	Al	Laterita / Laterite (38B)	S	N
4	TC20256	Alto Ventuari	05°04'00" N.	65°11'00" O./W.	Dia	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	S	T
5	TC20257	Alto Ventuari	05°07'00" N.	65°00'00" O./W.	Dia	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	S	T
6	TC20095	La Paragua	05°07'17" N.	63°37'24" O./W.	Dia	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	S	T
7	TC20096	Pao	05°07'17" N.	63°11'01" O./W.	Au	Placeres tipo Au-PGE / Placer Au-PGE (39A)	S	T
8	TC20260	Alto Ventuari	05°11'00" N.	64°51'00" O./W.	Dia	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	S	T
9	TC20098	La Sabanita	05°17'42" N.	63°00'42" O./W.	Dia	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	S	T
10	TC20176	Uriman	05°20'48" N.	63°02'00" O./W.	Dia	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	M	T
11	TC20094	Caura	05°21'12" N.	64°13'30" O./W.	Dia	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	S	T
12	TC20092	Kamu	05°26'26" N.	63°16'23" O./W.	Dia, Au	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	S	T
13	TC50302	Carapo	05°42'49" N.	63°25'28" O./W.	Dia	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	-	T
14	TC20091	Río Chiguao	05°49'24" N.	63°02'11" O./W.	Dia, Au	Placeres de diamantes / Diamond placer (39D)	S	T
15	TC20062	Cerro Impacto	05°54'39" N.	65°13'17" O./W.	Nb, Th, REE, Ba	Carbonatita / Carbonatite (10)	S	N

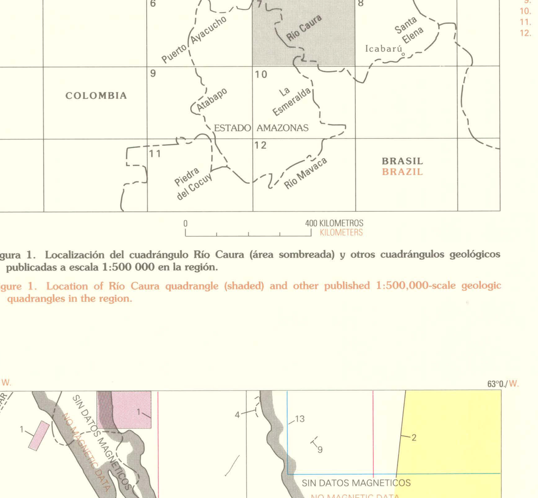


Figura 1. Localización del cuadrángulo Río Caura (área sombreada) y otros cuadrángulos geológicos publicadas a escala 1:500 000 en la región.

Figure 1. Location of Río Caura quadrangle (shaded) and other published 1:500,000-scale geologic quadrangles in the region.

1. Ciudad Bolívar (Stewart y otros, 1994)
2. Tucupita (Cox y otros, 1993)
3. San Fernando de Apure (Stewart, 1994)
4. Ciudad Piar (Stewart y otros, 1994)
5. Guri (Cox y otros, 1993)
6. Puerto Ayacucho (Wynn y otros, 1994c)
7. Río Caura
8. Santa Elena (Gray y otros, en prensa)
9. Atabapo (Wynn y otros, 1994d)
10. La Esmeralda (Wynn y otros, 1994b)
11. Piedra del Cocuy (Wynn y otros, 1994e)
12. Río Mavaca (Wynn y otros, 1994a)

1. Ciudad Bolivar (Stewart and others, 1994)
2. Tucupita (Cox and others, 1993)
3. San Fernando de Apure (Stewart, 1994)
4. Ciudad Piar (Stewart and others, 1994)
5. Guri (Cox and others, 1993)
6. Puerto Ayacucho (Wynn and others, 1994c)
7. Río Caura
8. Santa Elena (Gray and others, in press)
9. Atabapo (Wynn and others, 1994d)
10. La Esmeralda (Wynn and others, 1994b)
11. Piedra del Cocuy (Wynn and others, 1994e)
12. Río Mavaca (Wynn and others, 1994a)

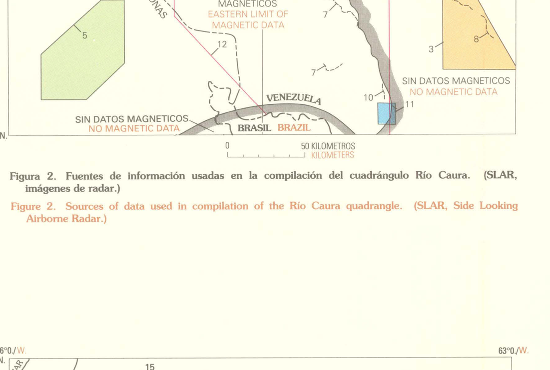


Figura 2. Fuentes de información usadas en la compilación del cuadrángulo Río Caura. (SLAR, imágenes de radar.)

Figure 2. Sources of data used in compilation of the Río Caura quadrangle. (SLAR, Side Looking Airborne Radar.)

1. Aarden y otros (1973)
2. Briceño (1982)
3. Briceño y otros (1989)
4. Rocas cortadas del transecto 1721 fueron descritas por A.E. García y W.E. Brooks en Ciudad Bolívar
5. Ghosh (1985)
6. Guzmán y otros (1989); N. Page, USGS, comunicación escrita (1989)
7. Secciones delgadas de los transectos 1809, 1810, y 1811 son de Elis Lugo y fueron descritas por Elis Lugo y D.P. Cox en Ciudad Bolívar
8. Muestras de roca de los transectos 1801 y 1802 fueron descritas por Félix Martínez y W.E. Brooks en Ciudad Bolívar
9. Rocas cortadas de los transectos 1706 y 1707 fueron descritas por Haydeé Rincón y W.E. Brooks en Ciudad Bolívar
10. Notas de campo y descripciones de secciones delgadas de G.B. Sidder de los transectos 1713 y 1714
11. Sidder y Martínez (1990)
12. Tepedino (1985)
13. Yánez (1985)

1. Aarden and others (1973)
2. Briceño (1982)
3. Briceño and others (1989)
4. Sawed rocks from traverse 1721 were described by A.E. García and W.E. Brooks in Ciudad Bolívar
5. Ghosh (1985)
6. Guzmán and others (1989); N. Page, USGS, written commun. (1989)
7. Thin-sections from traverses 1809, 1810, and 1811 were provided by Elis Lugo and described by Elis Lugo and D.P. Cox in Ciudad Bolívar
8. Rock samples from traverses 1801 and 1802 were described by Félix Martínez and W.E. Brooks in Ciudad Bolívar
9. Sawed rocks from traverses 1706 and 1707 were described by Haydeé Rincón and W.E. Brooks in Ciudad Bolívar
10. Field notes and thin-section descriptions by G.B. Sidder from traverses 1713 and 1714
11. Sidder and Martínez (1990)
12. Tepedino (1985)
13. Yánez (1985)

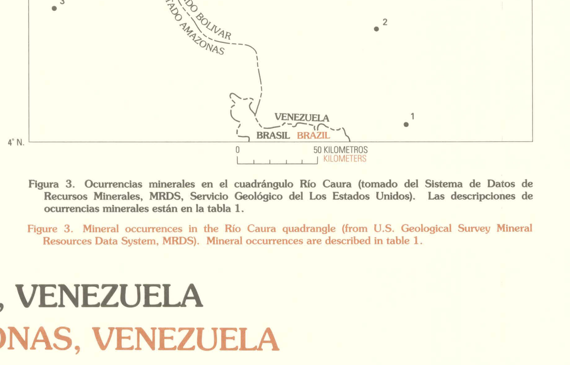


Figura 3. Ocurrencias minerales en el cuadrángulo Río Caura (tomado del Sistema de Datos de Recursos Minerales, MRDS, Servicio Geológico del Los Estados Unidos). Las descripciones de ocurrencias minerales están en la tabla 1.

Figure 3. Mineral occurrences in the Río Caura quadrangle (from U.S. Geological Survey Mineral Resources Data System, MRDS). Mineral occurrences are described in table 1.

REFERENCIAS CITADAS
REFERENCES CITED

Aarden, H.M., Holm, V., Iturralde de Arozena, J.M., Moticska, P., Navarro, P., Pasquali Z., J., and Sifontes, R.S., 1978, Aspectos geoeconómicos del Cerro Impacto (resumen): Ministerio de Minas E Hidrocarburos, Boletín de Geología, Publicación Especial no. 7, Memoria, Segundo Congreso Latinoamericano de Geología, Tomo V, p. 3901–3902.
Aarden, H.M., Iturralde de Arozena, J.M., Moticska, P., Navarro, J., Pasquali Z., J., and Sifontes, R.S., 1973, El complejo geológico del área del Impacto, Distrito Cedeño, Estado Bolívar, Venezuela: Ministerio de Minas E Hidrocarburos, Dirección de Geología, Ciudad Bolívar, Venezuela, 53 p.
Alberdi, M., and Contreras, G., 1989, Estratigrafía del Grupo Roraima al noreste del Parque Nacional Canaima: VII Congreso Geológico Venezolano, Barquisimeto, Venezuela, Memoria, v. 1, p. 13–40.
Army Map Service, 1951, Roraima (Sheet NB 20, series 1301): Army Map Service, Washington, D.C., scale 1:1,000,000.
Añez, G., 1985, Exploración y evaluación de posibles depósitos diamantíferos en el Distrito Cedeño del Estado Bolívar: Boletín de Geología, MEM, I Symposium Amazónico, no. 10, p. 443–463.
Berger, B.R., 1986, Descriptive model of epithermal quartz-alunite Au, model 25e, in Cox, D.P. and Singer, D.A., eds., Mineral Deposit Models: U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 158.
Berrange, J.P., 1977, The geology of southern Guyana, South America: Institute of Geological Sciences, London, Overseas Division Memoir, v. 4, 112 p.
Briceño, H., 1982, Application of remote sensing to diamond placer exploration in a tropical jungle environment, Caroni River, Venezuela: Golden, Colorado School of Mines, Ph.D. dissertation T–2672, 140 p.
Briceño, H., Tapia, J., and Estanga, J., 1989, Formación Ichún, volcanismo ácido del Grupo Roraima: VII Congreso Geológico Venezolano, Memoria, Tomo I, p. 58–91.
Briceño, H., Schubert, C., and Paolini, J., 1990, Table-mountain geology and surficial geochemistry; Chimanta Massif, Venezuelan Guayana Shield: Journal of South American Earth Sciences, v. 3, p. 179–194.
Brooks, W.E., and Nuñez, F., 1991, Road reconnaissance of anomalous radioactivity in the Early Proterozoic Roraima Group near Santa Elena de Uairén, Estado Bolívar, Venezuela: U.S. Geological Survey Open-File Report 91–632, 10 p.
Brooks, W.E., Orris, G.J., and Wynn, J.C., 1993, Carbonatite deposits, in U.S. Geological Survey and Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., Geology and Mineral Resource Assessment of the Venezuelan Guayana Shield: U.S. Geological Survey Bulletin 2062, p. 73–74.
Brooks, W.E., Tosdal, R.M., and Nuñez, F., 1995, Gold and diamond resources of the Icabarú Sur study area, Estado Bolívar, Venezuela, in Sidder, G.B., García, A.E., and Stoeser, J.W., eds., Geology and mineral deposits of the Venezuelan Guayana Shield: U.S. Geological Survey Bulletin 2124.
Cals, C., de Carvalho, Y.B., de Godoy, A.C.G.M., Schobbenhaus, C., Campos, D. de A., Derze, G.R., and Asmus, H.E., 1981, Geologic Map of Brazil, 1981: Ministerio das Minas E Energia, Departamento da Producao Mineral, escala 1:2 500 000.
Carías, C.B., 1988, Roraima: Editorial Arte, Caracas, 153 p.
Choudhuri, A., Iyer, S.S., and Vasconcellos, M.B.A., 1984, U, Th, and rare earth elements in Mesozoic tholeiite dykes from the northern Guiana Shield: II Symposium Amazonico, Manaus, Brazil, Anais, p. 171–177.
Commission for the Geologic Map of the World, 1964, Geologic map of South America: Available from the Geological Society of America, Box 1719, Boulder, CO 80302, scale 1:5,000,000.
Cox, D.P., 1986, Descriptive model of porphyry Cu, model 17, in Cox, D.P., and Singer, D.A., eds., Mineral Deposit Models: U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 76.
Cox, D.P., and Singer, D.A., eds., 1986, Mineral deposit models: U.S. Geological Survey Bulletin 1693, 379 p.
Cox, D.P., 1993, Porphyry copper deposits, in U.S. Geological Survey and Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., Geology and Mineral Resource Assessment of the Venezuelan Guayana Shield: U.S. Geological Survey Bulletin 2062, p. 78–79.
Cox, D.P., Gray, F., Acosta, J., Stewart, J.H., Arespón, J., Brooks, W.E., Franco, L., Salazar, E., and Lopez, Y., 1993, Geologic map of the Guri and southern part of the Tucupita 2°×3° quadrangles, Bolívar State, Venezuela: U.S. Geological Survey Map MF–2242, scale 1:500,000.
Dohrenwend, J.C., Yánez, G., and Lowry, G., 1995, Cenozoic landscape evolution of the southern part of the Gran Sabana, southeast Venezuela; Implications for the occurrence of gold and diamond placers, in Sidder, G.B., García, A.E., and Stoeser, J.W., eds., Geology and mineral deposits of the Venezuelan Guayana Shield: U.S. Geological Survey Bulletin 2124.
García, A.E., and Lugo, E., 1991, Geología del Río Carún en el cuadrángulo NB–20–15, Estado Bolívar, Venezuela: Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A. internal report, 21 p.
Gaudette, H.E., Mendoza, V., Hurley, P.M., and Fairbairn, H.W., 1978, Geology and age of the Parguaza rapakivi granite, Venezuela: Geological Society of America Bulletin, v. 89, p. 1335–1340.
Ghosh, S.K., 1985, Geology of the Roraima Group and its implications: I Simposium Amazónico, Caracas, Publicación Especial 10, p. 33–50.
Gibbs, A.K., 1987, Proterozoic volcanic rocks of the northern Guiana Shield, South America, in Pharoah, T.C., Beckinsdale, R.D., and Rickard, D., eds., Geochemistry and mineralization of Proterozoic volcanic suites: Geological Society of London Special Publication no. 33, p. 275–288.
Gibbs, A.K., and Barron, C.N., 1983, The Guiana Shield Reviewed: Episodes, v. 1983, no. 2, p. 7–14.
———1993, The geology of the Guiana Shield: Oxford University Press, New York, 246 p.
Goudarzi, G.H., compiler, 1984, Guide to preparation of mineral survey reports on public lands: U.S. Geological Survey Open-File Report 84–787, 51 p.
Gray, F., Wynn, J.C., García, A., Martínez, F., Page, N., Yánez, G., Dohrenwend, J., Salazar, E., Briceño, C., Estanga, Y., Olmore, S.D., Lowry, G., Arespón, J., Brooks, W.E., Nuñez, F., Bolm, K., and Schruben, P., in press, Geologic map of the Santa Elena 2°×3° quadrangle, Estado Bolívar, Venezuela: U.S. Geological Survey Map.
Guzmán, L., Martínez, M., Olmore, S., Page, N., 1989, Informe de campo, Hoja NB–20–10, Sector El Cácaro: Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A. internal report, 16 p.
Hargraves, R.B., 1978, Problems in paleomagnetic synthesis illustrated by results from Permo-Triassic dolerites in Guyana: Physics of the Earth and Planetary Interiors, v. 16, p. 277–284.
Heinrich, E.W., 1966, The geology of carbonatites: Rand-McNally, Chicago, 555 p.
Hoover, D.B., compiler, 1992, Geophysical model of carbonatites, in Hoover, D.B., Heran, W.D., and Hill, P.L., eds., 1992, The geophysical expression of selected mineral deposit models: U.S. Geological Survey Open-File Report 92–557, p. 80–84.
Hoover, D.B., and Cordell, L.E., compilers, 1992, Geophysical model of Olympic Dam, in Hoover, D.B., Heran, W.D., and Hill, P.L., eds., 1992, The geophysical expression of selected mineral deposit models: U.S. Geological Survey Open-File Report 92–557, p. 112–115.
Kloosterman, J.B., 1975, Roraima, Tafelberg, and Uatuma formations of the Guiana Shield; a correlation: Geologie en Mijnbouw, v. 54, p. 55–60.
Lipman, P.W., 1992, Ash-flow calderas as structural controls of ore deposits—recent work and future problems, in Thorman, C.H., ed., Application of structural geology to mineral and energy resources of the central and western United States: U.S. Geological Survey Bulletin 2012, p. L1–L12.
McDonald, G.A., 1972, Volcanoes: Prentice-Hall, New Jersey, 510 p.
Mendoza, V., 1977, Petrogénesis de rocas volcánicas (epiroclásticas) Precámbricas del noroeste del Escudo de Guayana, Venezuela, in Espejo C., A., Zozaya, D., Key, C., and Vásquez, E., eds., Tema II; Petrología y Geocronología; Tema III, Geodinámica (Sismología, Tectónica y Geología Estructural), Caracas, Venezuela, Nov. 19–23, 1977: V Congreso Geológico Venezolano (Sociedad Venezolana Geol.), Memoria, v. 2, p. 555–589.
———1985, Potencial aurífero de Guayana; trabajo en progreso, in Espejo, A., Rios, J.H., and P. de Bellizzia, N., eds., VI Congreso Geológico Venezolano: Caracas, Venezuela, Sept. 29–Oct. 6, 1985, Memoria, VI Congreso Geológico Venezolano, v.6, p. 4038–4068.
Mendoza, V., Rios, J.H., Moreno, L.A., Benaim, N., and Tepedino, V., 1975, Evolución geoquímica de rocas graníticas de la Guayana Venezolana: X Congreso Geológico Inter-Guianes, Belem do Para, Brasil, Memoria, p. 558–575.
Mendoza, V., Moreno, L., Barrios, F., Rivas, D., Martínez, J., Lira, P., Sardi, G., and Ghosh, S., 1977, Geología de la parte norte del Territorio Federal Amazonas, Venezuela (informe en progreso), in Espejo C., A., Zozaya, D., Key, C., and Vásquez, E., eds., Tema I, Estratigrafía, Paleontología y Sedimentacion, Caracas, Venezuela, Nov., 19–23, 1977: V Congreso Geológico Venezolano (Sociedad Venezolana Geol.), Memoria, v. 1, p. 363–406.
Meyer, H.O.A., and McCallum, M.E., 1993, Diamonds and their sources in the Venezuelan portion of the Guayana Shield: Economic Geology, v. 88, no. 5, p. 989–998.
Miranda, F.P., 1990, Reconnaissance geologic mapping of a heavily-forested Shield area (Guiana Shield, Northwestern Brazil): Reno, Mackay School of Mines, Ph.D. dissertation, 174 p.
Miranda, F.P., McCafferty, A.E., and Taranik, J.V., 1991, Reconnaissance geologic mapping using digital aeromagnetic and space-shuttle radar data for a heavily forested area of the Guiana Shield, northwestern Brazil [abs.]: Seventh Annual V.E. McKelvey Forum on Mineral and Energy Resources, USGS Circular 1062, p. 56–57.
Montalvao, R.M.G., 1975, Grupo Uatuma do Craton Guianes: X Conferencia Geológica Inter-Guianes, Belem, Brazil, Memoria, p. 286–339.
Mosier, D.L., Sato, T., Page, N.J., Singer, D.A., and Berger, B.R., 1986, Descriptive model of Creede epithermal veins, model 25b, in Cox, D.P. and Singer, D.A., eds., Mineral Deposit Models: U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 145.
Onstott, T.C., Hargraves, R.B., and York, D., 1984, Dating of Precambrian diabase dikes of Venezuela using paleomagnetic and $^{40}Ar/^{39}Ar$ methods: Anais, II Symposium Amazonico, Manaus, Brazil, Departamento Nacional de Producao Mineral, v. 2, p. 513–518.
Premoli, C., and Kroonenberg, S.B., 1981, Radioactive mineral potential of carbonatites in western parts of the South American shields, in International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, Geology and metallogenesis of uranium deposits of South America: San Luis, Argentina, Sept. 21–23, 1981, Panel Proceedings Series, International Atomic Energy Agency STI/PUB/641, p. 245–268.
Priem, H.N.A., Boelrijk, N.A.I.M., Hebeda, E.M., Verdurmen, E.A.Th., and Vershure, R.H., 1973, Age of the Precambrian Roraima Formation in northeastern South America; evidence from isotopic dating of Roraima pyroclastic volcanic rocks in Suriname: Geological Society of America Bulletin, v. 84, p. 1677–1684.
Priem, H.N.A., Boelrijk, N.A.I.M., Hebeda, E.M., Vershure, R.H., and Verdurmen, E.A.Th., 1971, Isotopic ages of the Trans-Amazonian acidic magmatism and the Nickerie metamorphic episode in the Precambrian basement of Suriname, South America: Geological Society of America Bulletin, v. 82, p. 1667–1680.
Reid, A.R., 1974, Proposed origin for Guianian diamonds: Geology, v. 2, no. 2, p. 67–68.
Reid, A.R., and Bisque, R.E., 1975, Stratigraphy of the diamond-bearing Roraima Group, Estado Bolívar, Venezuela: Quarterly Bulletin of the Colorado School of Mines, v. 70, no. 1, p. 61–82.
Ríos, J.H., 1972, Geología de la región de Caicara, Estado Bolívar: IV Congreso Geológico Venezolano, Caracas, Memoria, Publicación Especial 5, v. 3, p. 1759–1781.
Roberts, D.E., and Hudson, G.R.T., 1983, The Olympic Dam copper-uranium-gold deposit, Roxby Downs, South Australia: Economic Geology, v. 78, no. 5, p. 799–822.
Sabater, A., and Brennan, P.A., 1977, Localización de zonas con probabilidades para la prospección de oro y diamantes en la Guayana venezolana utilizando imágenes de radar (SLAR), in Petzall, C., ed., Segundo Congreso Latinoamericano de Geología: Caracas, Venezuela, Nov. 11–16, 1973, Dirección de Geología, Boletín de Geología, Publicación Especial 7, v. 4, p. 2613–2633.
Samoilov, V.S., 1991, The main geochemical features of carbonatites: Journal of Geochemical Exploration, v. 40, p. 251–262.
Sidder, G.B., and Day, W.C., 1993, Fe-Cu-REE deposits in Middle Proterozoic rocks of the Midcontinent region of the United States; are they Olympic Dam-type deposits?: Geological Association of Canada Mineral Deposits Division Newsletter, v. 42, p. 1–5.
Sidder, G.B., and Martínez, F., 1990, Geology, geochemistry, and mineral resources of the Upper Caura River area, Bolívar state, Venezuela: U.S. Geological Survey Open-File Report 90–231, 29 p.
Sidder, G.B., and Mendoza, V., 1991, Geology of the Venezuelan Guayana Shield and its relation to the entire Guayana Shield: U.S. Geological Survey Open File Report 91–141, 59 p.
Sidder, G.B., García, A.E., and Stoeser, J.W., 1995, Geology and mineral deposits of the Venezuelan Guayana Shield: U.S. Geological Survey Bulletin 2124.
Singer, D.A., 1986, Descriptive model of carbonatite deposits, model 10, in Cox, D.P., and Singer, D.A., eds., Mineral Deposit Models: U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 51.
Snelling, N.J., 1963, Age of the Roraima Formation, British Guiana: Nature, v. 198, p. 1079–1080.
Soares, M.A., 1985, Estudio petrográfico de la estructura alcalina La Churuata, Territorio Federal Amazonas: VI Congreso Geológico Venezolano, Ministerio de Energía y Minas, p. 2118–2157.
Stewart, J.H., 1994, Geologic map of part of the San Fernando de Apure 2°×3° quadrangle, Venezuela: U.S. Geological Survey Map MF–2247, scale 1:500,000.
Stewart, J.H., Martínez, F., and Brooks, W.E., 1994, Geologic map of the Ciudad Piar and part of the Ciudad Bolívar 2°×3° quadrangles, Bolívar State, Venezuela: U.S. Geological Survey Map MF–2246, scale 1:500,000.
Teggin, D.E., Martínez, M., and Palacios, G., 1985, Un estudio preliminar de las diabases del Estado Bolívar, Venezuela: VI Congreso Geológico Venezolano, p. 2160–2206.
Tepedino B.V., 1985, Geología de la región del medio y alto Caura: Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología, Boletín de Geología, Publicación Especial no. 10, p. 140–162.
Teixeira, W., Tassinari, C.C.G., Cordani, U.G., and Kawashita, K., 1989, A review of the geochronology of the Amazonian craton; tectonic implications: Precambrian Research, v. 42, p. 213–227.
Thorman, C.H., 1977, Geologic map of the Monrovia quadrangle, Liberia: U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Series Map I–775–D, scale 1:250,000.
Thorman, C.H., and Drew, L.J., 1988, A report of site visits to some of the largest tin deposits in Brazil, March 11–25, 1988: U.S. Geological Survey Open-File Report 88–0594, 19 p.
U.S. Geological Survey and Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., 1993, Geology and Mineral Resource Assessment of the Venezuelan Guayana Shield: U.S. Geological Survey Bulletin 2062, 121 p.
Veizer, J., Bell, K., and Jansen, S.L., 1992, Temporal distribution of carbonatites: Geology, v. 20, p. 1147–1149.
Verhofstad, J., 1969, Precambrian ash-flow tuffs in the Wilhelmina Mountains of Suriname and their geologic setting, in Proceedings of the Eighth Guiana Geological Conference: Government of Guyana, Geological Survey Department, Georgetown, 14 p.
Woolley, A.R., 1987, Alkaline rocks and carbonatites of the World, Part 1; North and South America: University of Texas Press, Austin, 216 p.
Wynn, J.C., Olmore, S.D., Mendoza, V., García, A., Martínez, M., and Schruben, P., 1994a, Geologic map of the Venezuela part of the Río Mavaca 2°×3° quadrangle, Amazonas Federal Territory, Venezuela: U.S. Geological Survey Map MF–2241, scale 1:500,000.
Wynn, J.C., Olmore, S.D., Mendoza, V., García, A., Martínez, M., Tovar, F., Rendón, I., Rincón, H., Martínez, F., Lugo, E., and Schruben, P., 1994b, Geologic map of the Venezuela part of the La Esmeralda 2°×3° quadrangle, Amazonas Federal Territory, Venezuela: U.S. Geological Survey Map MF–2244, scale, 1:500,000.
Wynn, J.C., Olmore, S.D., Mendoza, V., García, A., Rendón, I., Estanga, Y., Rincón, H., Martínez, F., Lugo, E., Rivero, N., and Schruben, P., 1994c, Geologic map of the Venezuela part of the Puerto Ayacucho 2°×3° quadrangle, Amazonas Federal Territory, Venezuela: U.S. Geological Survey Map MF–2245, scale 1:500,000.
Wynn, J.C., Olmore, S.D., Mendoza, V., Martínez, M., Rincón, H., García, A., Rivero, N., Rendón, I., Marcano, I., Lugo, E., and Schruben, P., 1994d, Geologic map of the Venezuela part of the Atabapo 2°×3° quadrangle, Amazonas Federal Territory, Venezuela: U.S. Geological Survey Map MF–2240, scale 1:500,000.
Wynn, J.C., Olmore, S.D., Mendoza, V., Rincón, H., García, A., Rivero, N., Rendón, I., Gray, F., Marcano, I., Lugo, E., and Schruben, P., 1994e, Geologic map of the Venezuela part of the Piedra de Cocuy 2°×3° quadrangle, Amazonas Federal Territory, Venezuela: U.S. Geological Survey Map MF–2243, scale 1:500,000.
Yánez P., G., 1984, Geology and geomorphology of the Roraima Group, southeastern Venezuela: West Lafayette, Indiana, Purdue University, Ph.D. dissertation, 267 p. (Dissertation abstracts, v. 46/02–B, p. 454).
———1985, Geología y geomorfología del grupo Roraima en el sureste de Venezuela: VI Congreso Geológico Venezolano, Sociedad Venezolana de Geólogos, Memoria Toma II, Tema I Estratigrafía, Paleontologia y Sedimentacion, p. 1243–1306.
Young, R.G., 1984, Uranium deposits of the world, excluding Europe, in DeVivo, B., Ippolito, F., Capaldi, G., and Simpson, P.R.I, eds., Uranium geochemistry, mineralogy, geology, exploration and resources: The Institution of Mining and Metallurgy, London, p. 117–139.

MAPA GEOLOGICO DEL CUADRANGULO 2° × 3° RIO CAURA, ESTADOS BOLIVAR Y AMAZONAS, VENEZUELA
GEOLOGIC MAP OF THE RIO CAURA 2° × 3° QUADRANGLE, ESTADO BOLIVAR AND ESTADO AMAZONAS, VENEZUELA

Por
By
William E. Brooks,[1] Gary B. Sidder,[1] Andres E. García,[2] Jeffrey C. Wynn,[3] Paul G. Schruben,[3] Elis Lugo,[2] Dennis P. Cox,[4] Felix Martínez,[2] Haydeé Rincón,[2] John H. Stewart,[4] Yasmin Estanga,[2] Iris Marcano,[2] Miguel Martínez,[2] Inés Rendón,[2] Iván Rivero,[2] Nelson Rivero,[2] and Urbano Ubencio[2]
1996

[1]U.S. Geological Survey, Denver, CO 80225, U.S.A.
[2]Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., Ciudad Bolívar, Estado Bolívar, Venezuela
[3]U.S. Geological Survey, Reston, VA 22092, U.S.A.
[4]U.S. Geological Survey, Menlo Park, CA 94025, U.S.A.

Any use of trade names in this publication is for descriptive purposes only and does not imply endorsement by the U.S. Geological Survey

For sale by U.S. Geological Survey Information Services Box 25286, Federal Center, Denver, CO 80225

U.S. Government Printing Office: 1996—774-067