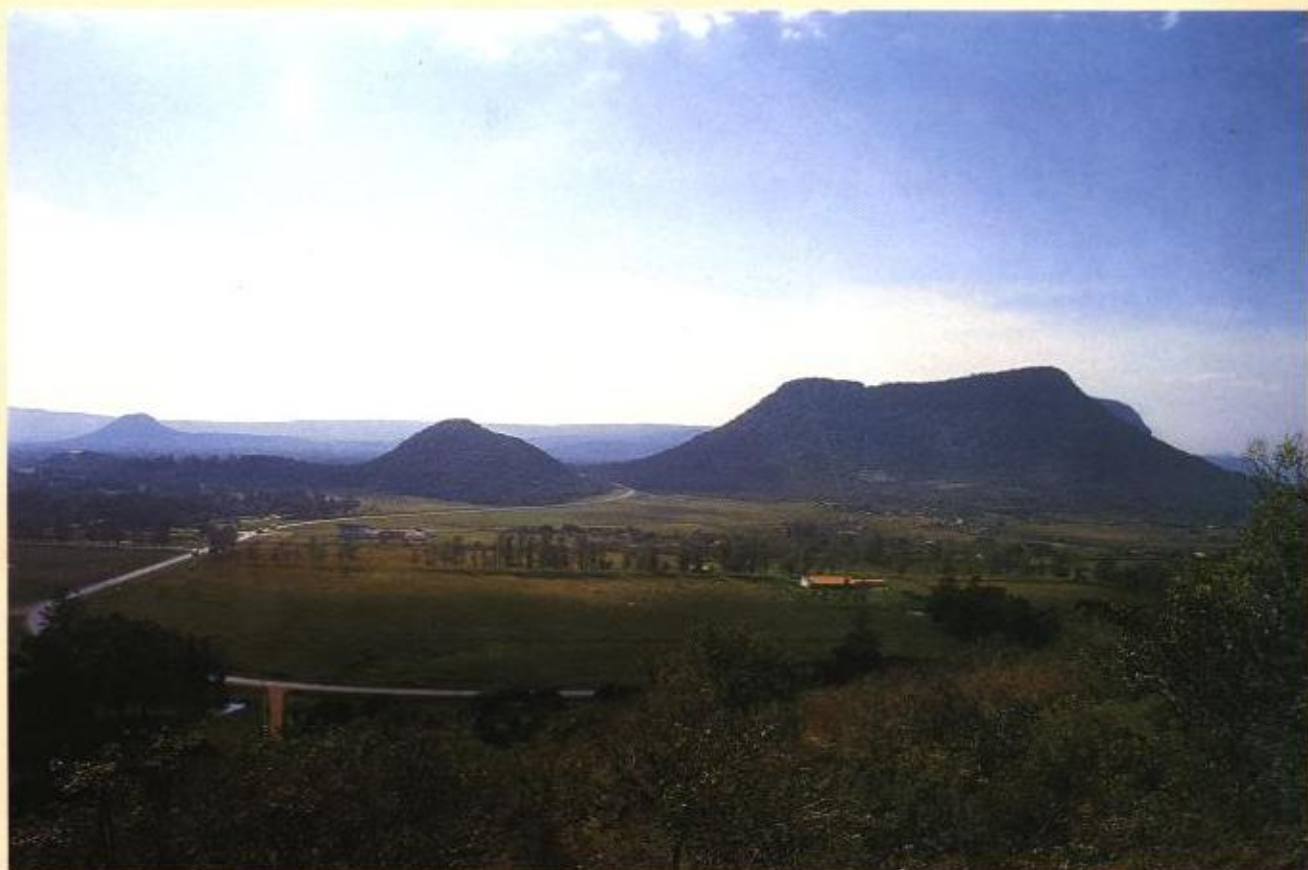


MAPA GEOLOGICO DE LA REPUBLICA DE PARAGUAY  
Escala 1:100 000

Hoja **PARAGUARI** 5469  
**TEXTO EXPLICATIVO**



María Eugenia González Núñez y Wilmar Bartel  
en colaboración de  
Lothar Lahner y Fernando Wiens

**DIRECCION DE RECURSOS MINERALES (MOPC)**  
**INSTITUTO FEDERAL DE GEOCIENCIAS Y RECURSOS NATURALES (BGR)**

Asunción 1998

MAPA GEOLOGICO DE LA REPUBLICA DE PARAGUAY  
Escala 1:100 000

Hoja **PARAGUARI** 5469  
**TEXTO EXPLICATIVO**

María Eugenia González Núñez y Wilmar Bartel  
en colaboración de  
Lothar Lahner y Fernando Wiens

**DIRECCION DE RECURSOS MINERALES (MOPC)**  
**INSTITUTO FEDERAL DE GEOCIENCIAS Y RECURSOS NATURALES (BGR)**

Asunción 1998

## INDICE

	<b>RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>6</b>
1.1	Generalidades	6
1.2	Objetivos y Metodología	6
1.3	Antecedentes Bibliográficos	7
<b>2</b>	<b>GEOGRAFIA</b>	<b>7</b>
2.1	Ubicación	7
2.2	Fisiografía	8
2.3	Hidrografía	10
2.4	Clima y vegetación	10
2.5	Suelos	11
2.6	Sociología	11
<b>3</b>	<b>GEOLOGIA REGIONAL</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>ESTRATIGRAFIA</b>	<b>13</b>
4.1	Grupo Paso Pindó (pz)	13
4.2	Suite Intrusiva Caapucú (cbg / cbp)	15
4.3	Grupo Caacupé	19
	Formación Paraguari (oc)	19
	Formaciones Cerro Jhú y Tobatí Indiferenciadas (oa)	21
4.4	Formación Ybytymí (j - k)	23
4.5	Suite Intrusiva Extrusiva Sapucaí	25
	Derrames basálticos alcalinos porfíricos ( $ke_2$ )	26
	Derrames basálticos alcalinos afaníticos ( $ke_1$ )	26
	Intrusivas básicas alcalinas (ki)	27
4.6	Grupo Asunción (k)	28
4.7	Suite Intrusiva Ñemby (tn)	30
4.8	Sedimentos heterogéneos aluviales y coluviales ( $q_2$ )	31
4.9	Sedimentos de planicie húmeda ( $q_1$ )	32
<b>5</b>	<b>TECTONICA</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>GEOLOGIA HISTORICA</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>GEOLOGIA ECONOMICA</b>	<b>37</b>
	<b>ANEXO</b>	<b>38</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>39</b>



El programa de mapeamiento geológico se inicia con la hoja cartográfica 5469 "Paraguarí", con el objetivo de establecer las pautas para la sistematización de las siguientes, a la escala 1:100.000 de todo el Paraguay.

La metodología utilizada consiste en una interpretación previa, tomando como base imágenes satelitarias y/o fotografías aéreas, con la complementación geológica descriptiva de campo, el análisis de datos de perforaciones existentes de la zona y descripciones petrográficas de muestras colectadas. El estudio bibliográfico complementa y adiciona datos para las interpretaciones de las problemáticas presentadas. La hoja abarca un área de 2.765 km.2 en el cuadrante 57°00' - 57°30' de longitud oeste y 25°30' - 26°00' de latitud sur, con la Ruta N° 1 como vía de acceso principal, cruzando la hoja de norte a sur. El cuadrante presenta una morfología abrupta de paredes verticales y cerros aislados.

Geológicamente la hoja contiene rocas precámbricas metasedimentarias siltíticas y arenosas del Grupo Paso Pindó, aflorantes en locales aislados en áreas tectónicas, además de rocas precámbrica/eocámbricas de la Suite Intrusiva Extrusiva Caapucú, constituidas de magmatitas en el rango de granitos - riolitas, aflorantes al suroeste de la misma.

El Paleozoico está representado en la zona por el Grupo Caacupé, compuesto por un conglomerado de base (Fm. Paraguarí) y una unidad clástica indiferenciada de areniscas conglomerádicas, arcósicas y areniscas intercaladas con lentes lutíticos (Fms. Cerro Jhú y Tobatí).

El Mesozoico se caracteriza por sedimentación y magmatismo controlados y condicionados por eventos tectónicos de rifteamiento, pertenecientes al Ciclo Tectónico Subatlántico. La sedimentación *sinrift* de conglomerados y are-

niscas conglomerádicas de la Formación Ybytymí se halla cubierta e intruida por rocas extrusivas e intrusivas de la fase magmática de la Suite Sapucaí. Otra sedimentación *sinrift* posterior al magmatismo corresponde al Grupo Asunción, como relleno del semigraben formado en el último pulso tectónico del *Rift* de Asunción. Esta sedimentación de conglomerados y areniscas se caracteriza por la presencia de clastos y bloques de rocas de la fase magmática del ciclo.

El Cenozoico se halla presente en el cuadrante de la hoja en forma de conos aislados, pertenecientes a la Suite Intrusiva Ñemby, distribuidos en toda la estructura del *rift*. El evento tectomagmático corresponde a una reactivación del *rift*, como consecuencia del Ciclo Tectónico Andino, en el Terciario Inferior. Esta reactivación eleva relativamente el Bloque de Asunción, confiriéndole a la estructura su morfología actual. La evolución geológica del área ha sido afectada por cinco eventos tectónicos de diferentes magnitudes y con direcciones preferenciales, siendo el Ciclo Tectónico Subatlántico el de mayor significación, por tratarse del periodo más activo del *Rift* de Asunción. Esta estructura marca sus pasos a partir del Carbonífero Inferior, llegando a su apogeo en el Cretácico y culminando en el Terciario Inferior.

Los recursos geológicos económicos de la zona se restringen principalmente, a la explotación de piedra bruta para la construcción, de ripios para mejoramientos de caminos, arcillas para la industria cerámica, areniscas como rocas de ornamentación y arenas para la fabricación de vidrios.



## 1 INTRODUCCION

### 1.1 GENERALIDADES

La Dirección de Recursos Minerales del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) conjuntamente con el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) de la República Federal de Alemania, en el marco de la Cooperación Geológica Paraguayo-Alemana, implementa un programa de mapeo geológico de hojas cartográficas a escala 1:100.000 de Paraguay oriental. Dentro de este programa y como punto de partida se ejecuta el levantamiento geológico de la hoja cartográfica 5469 "Paraguarí".

Una primera etapa del levantamiento de campo para el mapeamiento preliminar ha sido realizada entre los años 1992-1993. En el año 1995 se evalúan los datos disponibles, se verifican los conceptos y se diseña la edición final para impresión.

### 1.2 OBJETIVOS Y METODOLOGIA

Cabe resaltar que el objetivo principal de este programa de mapeo es el de establecer las pautas para un mapeamiento geológico sistemático a escala 1:100.000 de todo el Paraguay. Teniendo en cuenta este objetivo propuesto se ha elegido como primer cuadrante a ser mapeado la Hoja Paraguarí, siendo que la mayor parte de las unidades litológicas de la columna estratigráfica del Paraguay oriental, aparecen en la superficie del área abarcado por esta hoja y además constituye una región clave para el análisis estructural del Paraguay.

Previo a los trabajos de campo se realizó una recopilación y revisión de la bibliografía existente, referente a la zona. También una interpretación de imágenes satelitarias a escala 1:100.000 sirvió de base para el reconocimiento de campo, por ejemplo: la delimitación de áreas cubiertas por sedimentación cuaternaria, áreas de afloramientos, identificación de cuerpos rocosos con resalte morfológico y estructuras locales y regionales. Estas interpretaciones constituyeron un elemento útil para el diseño del mapa y la interpretación estructural

del área.

El levantamiento geológico se realizó en dos etapas, por diversos motivos: En 1992/93 ha sido realizada la principal actividad de campo, con participación de los geólogos M. E. González y A. Garcete de la Dirección de Recursos Minerales (DRM), R. Muff del Instituto de Geociencias y Recursos Naturales (BGR - Alemania) y F. Wiens de Geoconsultores. Esta campaña de campo consistió de una minuciosa revisión de los afloramientos, descripción de los mismos y toma de muestras para análisis posteriores en caso de necesidad.

La segunda etapa, realizada en 1995, consiste en una revisión y complementación de los trabajos ya preparados, en la cual los principales ejecutores fueron W. Bartel (DRM), L. Lahner y R. Muff (BGR). Los trabajos de diseño cartográfico han sido realizados por R. Britez (DRM) y W. Weinmann (BGR). Otros importantes colaboradores fueron D. Turlan y L. Figueredo en la elaboración y descripción de láminas delgadas; V. Gómez, R. Sosa en el laboratorio químico; y los choferes que acompañan las campañas de campo.

Como complemento a los trabajos de campo se estudiaron y correlacionaron perfiles de pozos, perforados por empresas, tales como: The Anschutz Co., Hidrogeom y Senasa, para un mejor entendimiento de las problemáticas encontradas.

Como base del mapeo geológico se utilizó la Hoja Cartográfica Paraguarí 5469, a escala 1:100.000. A modo de complemento de campo se emplearon hojas cartográficas a escala 1:50.000 del área de trabajo (Itá, Paraguarí, Lago Ypoa y Acahay).

Para indicar un punto o área de referencia ha sido utilizada el sistema de coordenadas UTM (Transversal Universal Mercator) para la región oriental del Paraguay. Estas coordenadas son definidas de forma simplificada, tomando en cuenta solamente los números de tipo grande, por ejemplo: 71<sub>25000m</sub>. N., estimándose los decimales del intervalo de cuadrícula entre la línea mencionada y el punto a ser indicado, como bien lo indica las especificaciones de la carta. Los valores son transcriptos entre barras, anteponiendo la numeración de la abscisa



a la ordenada.

### 1.3 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

El área a la que pertenece el cuadrante de la Hoja Paraguari ha sido objeto de diversos estudios, ya sea de descripción de las unidades litológicas o estudios regionales para el análisis petrográfico y/o estructural del área. Entre otros los trabajos geológicos descriptivos, de análisis estructural y de interpretación estratigráfica regional, los más importantes son los de Harrington (1950 y 1972); Eckel (1959); Putzer (1962); el "Plan de Prospección Geológica y Mineral" Anónimo (1966). Los trabajos de prospección realizados por la empresa The Anschutz Co. de 1978 a 1982 han generado mapas geológicos de Paraguay oriental a diferentes escalas (ej.: 1:500.000/1:200.000); y el Mapa Geológico del Paraguay del Proyecto PAR 83/005 (1986) elaborado en un programa conjunto entre la República del Paraguay y la Organización de las Naciones Unidas, a escala 1:1.000.000.

Existen además numerosas publicaciones en revistas científicas, tesis de maestría y de doctorados que hacen referencia a la geología local de la hoja. Cabe mencionar las publicaciones petrográficas y geocronológicas de Bitschene & Lippolt (1984), Kanzler (1987) y otros sobre las magmatitas ácidas del suroeste y sur del cuadrante.

Las rocas ígneas alcalinas mesozoicas y cenozoicas constituyen un grupo litológico muy estudiado del área. Existen trabajos publicados con temáticas variadas, por ejemplo: con énfasis geoquímico y petrológicos los trabajos publicados por Bitschene (1987), Bitschene & Báez (1989), Comin-Chiaramonti et al. (1990-1993), Velázquez (1992), Báez (1992), Velázquez (1996), Orué (1996), entre otros. Los trabajos con énfasis geocronológico, como los de Comte & Hasui (1971), Bitschene (1987), Sonoki & Garda (1988), Velázquez (1992) y otros.

Las rocas sedimentarias aflorantes en el área de la hoja no fueron objeto de estudios paleontológicos, pero es importante mencionar trabajos de esta naturaleza en las sedimentitas del Grupo Itacurubí de las hojas

adyacentes, ya que estos resultados sirven de referencias para el posicionamiento relativo de unidades estratigráficas aflorantes en esta. Entre los más importantes cabe mencionar los trabajos de Wolfart (1962), Harrington (1972), Ciguel et al. (1987), Ciguel (1988), Dyck (1991), entre otros.

Trabajos específicos realizados por Spinzi (1983), Gómez (1991), Wiens et al. (1993) y Bartel (1994) describen las características petrográficas, tectónicas y el posicionamiento relativo de las sedimentitas de los alrededores de Asunción, presentes parcialmente en el extremo noroeste de la Hoja Paraguari.

## 2 GEOGRAFIA

### 2.1 UBICACION

La Hoja Paraguari abarca un área de 2.765 Km<sup>2</sup>. aproximadamente, cubriendo parte de los departamentos de Paraguari, Central, de la Cordillera y Ñeembucú. Recibe su nombre de la ciudad de Paraguari, capital del departamento con mismo nombre, distante 63 Km. de la ciudad de Asunción. La hoja limita al norte con la hoja 5470 Caacupé, al sur con la Hoja 5468 Villa Florida, al este con la hoja 5569 San José, y al oeste con la Hoja 5369 Villeta (Fig. 1).

El cuadrante se ubica entre 57°00' - 57°30' de longitud oeste y 25°30' - 26°00' de latitud sur (UTM: 450.000 - 500.000 E/ 7.124.000 - 7.179.500 N).

Su principal vía de acceso es la Ruta N° 1 Mcal. Francisco Solano López, esta cruza la hoja prácticamente de norte a sur, uniendo las principales ciudades del cuadrante, comenzando en Itá, pasando por Yaguarón, Paraguari, Carapeguá, Roque González de Santa Cruz y Quiindy. Los ramales asfaltados a partir de la Ruta N° 1 son: Paraguari/Piribebuy, que conecta con la Ruta N° 2 en la hoja contigua norte de Caacupe y el ramal Carapeguá/Acahay, en dirección sureste comunica con la ciudad de La Colmena, en la hoja contigua de San José. Además de numerosos caminos vecinales que comunican los pueblos y compañías entre sí.

Prácticamente todos los lugares altos son de fácil accesibilidad, por caminos de tierra, no así las áreas bajas, que presentan dificultades

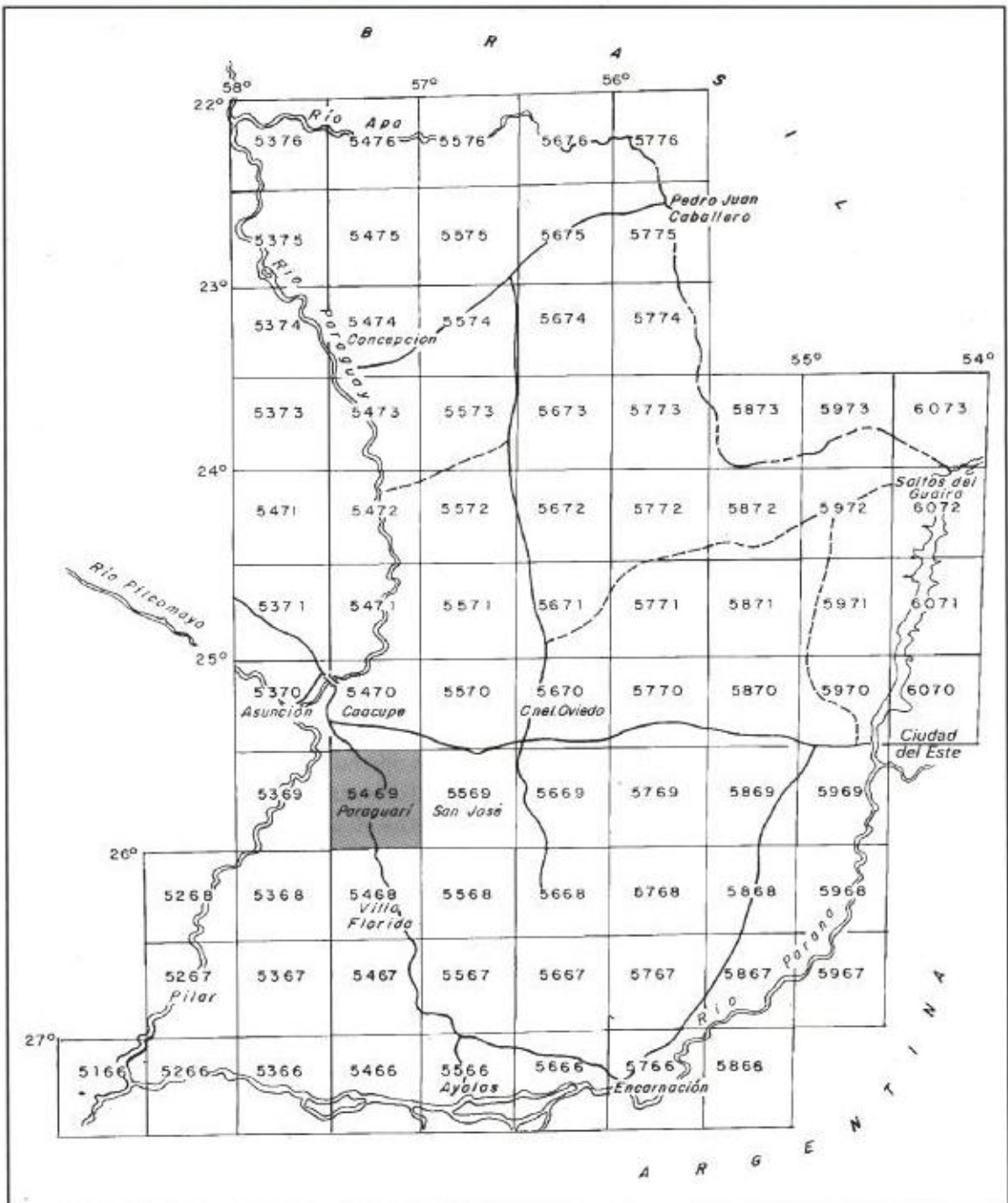


Fig. 1: Mapa de ubicación de la Hoja 5469 Paraguari.

principalmente en épocas de lluvias, como el Valle de Acahay (Fig. 2). Otras áreas son prácticamente inaccesibles para vehículos en toda época del año, como el Estero del Lago Ypoa.

## 2.2 FISIOGRAFIA

Fisiográficamente el área abarcado por el cuadrante de la Hoja Paraguari se presenta accidentado, con características orográficas

marcantes entre las diferentes unidades morfológicas componentes.

Las planicies de los valles de Acahay e Ypacaraí (Fig. 2), con altitudes inferiores a 100 m. se presenta en gran parte como humedales, que se inundan en épocas lluviosas. En la planicie del Valle de Acahay, en altitudes medias de 100 m. resaltan con destaque morfológico numerosos cerros, entre los principales pode-



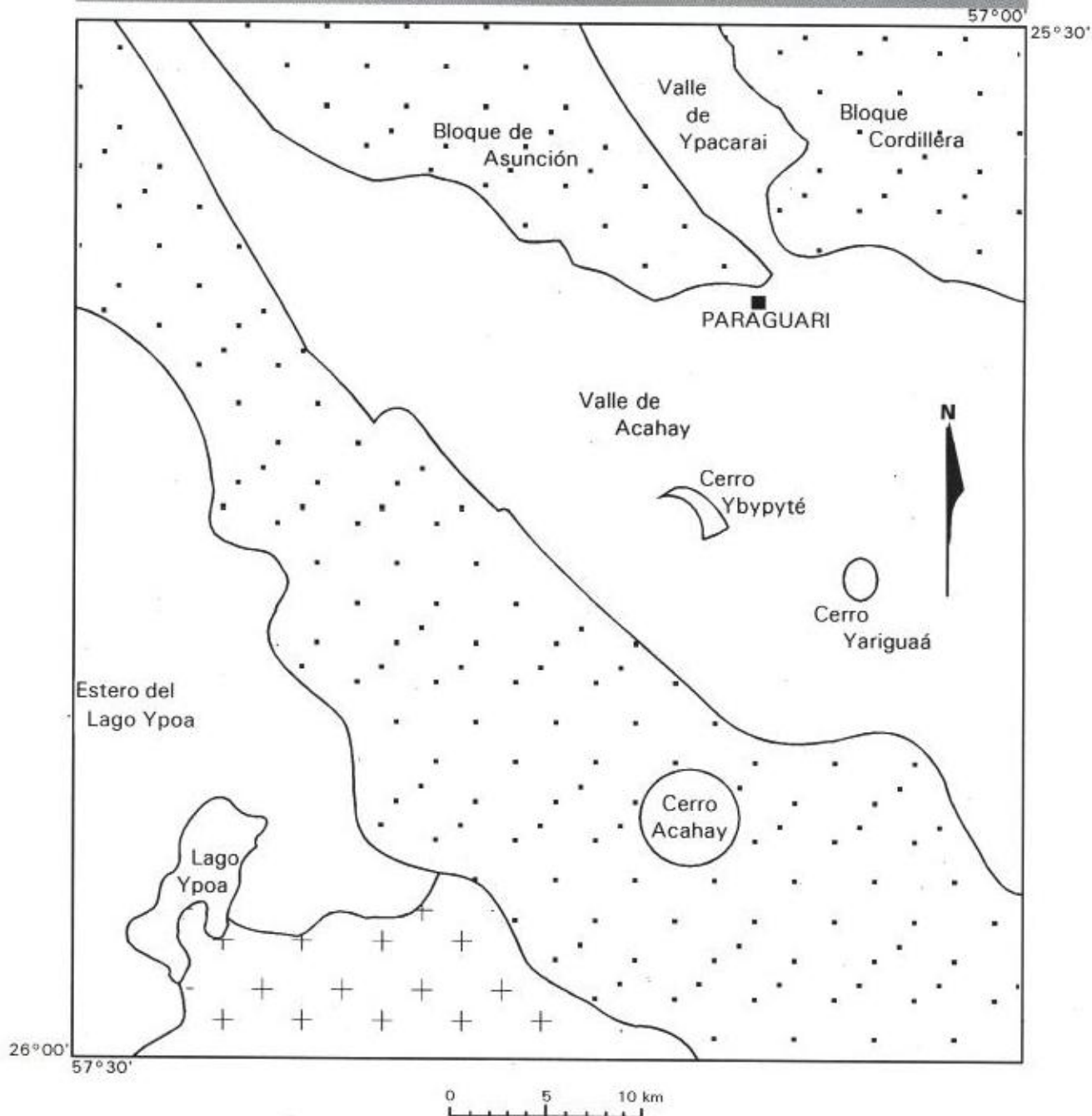


Fig. 2: Bosquejo fisiográfico de la Hoja 5469 Paraguari.

mos citar al Cerro Ybypyté de 160 m. sNM y el Cerro Yariguaá de 333 m. sNM. Estos se hallan ubicados al este de la Ruta N° 1, mientras que un único cuerpo aislado se halla ubicado al oeste de la misma ruta, en el valle del arroyo Caañabé, denominado Cerro Arrua-í, el cual alcanza una altura de 222 m. sNM en una planicie de 70-80 m.

Al suroeste del cuadrante se extiende una planicie esteral, perteneciente a la cuenca del Lago Ypoa. Gran parte de esta planicie se encuen-

tra inundada la mayor parte del año. En ella sobresalen pequeños cerros y suaves lomadas que se extienden al norte del lago.

Al sur de los valles de Acahay y del arroyo Caañabé, con una orientación noroeste y una morfología ondulada se extiende una plataforma suave con excepcionales elevaciones aisladas, productos de una erosión selectiva. La unidad morfológica más resaltante en esta plataforma es el Cerro Acahay, este se expone como una estructura circular de aproximada-



mente 5 Km. de diámetro y una elevación máxima de 450 metros, en la plataforma de 150 m. sNM.

Al norte de la planicie del Arroyo Caañabé, la morfología aparece nuevamente como una plataforma suave y ondulada, al oeste del Bloque de Asunción (Fig. 2), en ella se diseñan elevaciones aisladas como cerros testigos, tales como el Cerro Ñanduá y el Cerro Curupayty. El borde este del Bloque aparece más abrupto con respecto al Valle de Ypacarai, con elevaciones tales como la Cordillera de Yaguarón, el Cerro Palacios y el Cerro Perú, este último en el extremo sur del mismo.

La Cordillera de los Altos delimita, con pronunciados barrancos los valles de Ypacarai y Acahay, al noreste y norte respectivamente. Se presenta como un planalto con elevaciones que superan los 400 m. sNM (Cerro Santo Tomás, 88,70 E/ 67,85 N). Muchas de las elevaciones presentes en este planalto se observan en imágenes satelitarias y fotografías aéreas como cuerpos aislados, estrechos y alargados.

### 2.3 HIDROGRAFIA

El lago Ypoa es el principal colector de las aguas superficiales que drenan el área mapeado. En el Valle de Acahay el Arroyo Caañabé circula en dirección oeste, colectando aguas de una cantidad los arroyos secundarios, entre los principales se pueden citar los

arroyos Tacuary, Naranjay, Guazú-Cuá y desemboca en el estero del Lago Ypoa.

Los arroyos que circundan de norte a sur el área noroeste del cuadrante desembocan en el Arroyo Caañabé y este en el Lago Ypoa.

Las aguas superficiales de los arroyos del Valle de Ypacarai, desembocan en el Río Paraguay. Mientras que los arroyos del planalto de la Cordillera de los Altos drenan al este hacia el arroyo Yhacá en la hoja contigua de San José.

### 2.4 CLIMA Y VEGETACION

El clima y la vegetación son característicos para áreas específicas, diferenciándose principalmente las zonas elevadas de los valles. En las primeras, las onduladas lomadas de los alrededores del Cerro Acahay, presentan más bien un clima seco y ventoso, y que por escasez de suelo desarrolla una vegetación arbustiva y gramínea, a diferencia del Cerro Acahay, que por sus elevadas laderas presenta un microclima húmedo que da lugar al desarrollo de vegetación arbórea. Las características climáticas del planalto de la Cordillera de los Altos son semejantes a la plataforma del Cerro Acahay, con la diferencia de la exsuerancia de su vegetación, debida a los numerosos arroyos que riegan los suelos de la región.

Los valles se caracterizan por microclimas húmedos, con escasa vegetación principalmente

ORDEN	Nº	Subdivisión textural	Paisaje	Material de origen	Relieve %	Drenaje	Rocicidad
U-Ultisol	1	francosa fina	lomada	arenisca	3/8	bueno	nula
A-Alfisol	2	arcillosa fina	llanura	sedimento aluvial	0/3	muy pobre	nula
	3	arcillosa fina	llanura	sedimento aluvial	0/3	inundado	nula
	4	arcillosa fina	llanura	sedimento aluvial	0/3	pobre	nula
	5	arcillosa fina	llanura	sedimento aluvial	0/3	pobre	nula
	6	francosa fina	lomada	arenisca	3/8	Bueno	nula
	7	francosa fina	lomada	arenisca	3/8	bueno	moderada
	8	francosa fina	lomada	arenisca	3/8 - 8/15	bueno	nula
	9	francosa fina	lomada	arenisca	3/8	bueno	nula
E-Entisol	10	franco gruesa	serranía	intrusión alcalina	> 15	excesivo	fuerte
	11	francosa fina	lomada	arenisca	0-3	bueno	nula

Tabla 1: Características de los diferentes ordenes de los suelos de la Hoja Paraguari.



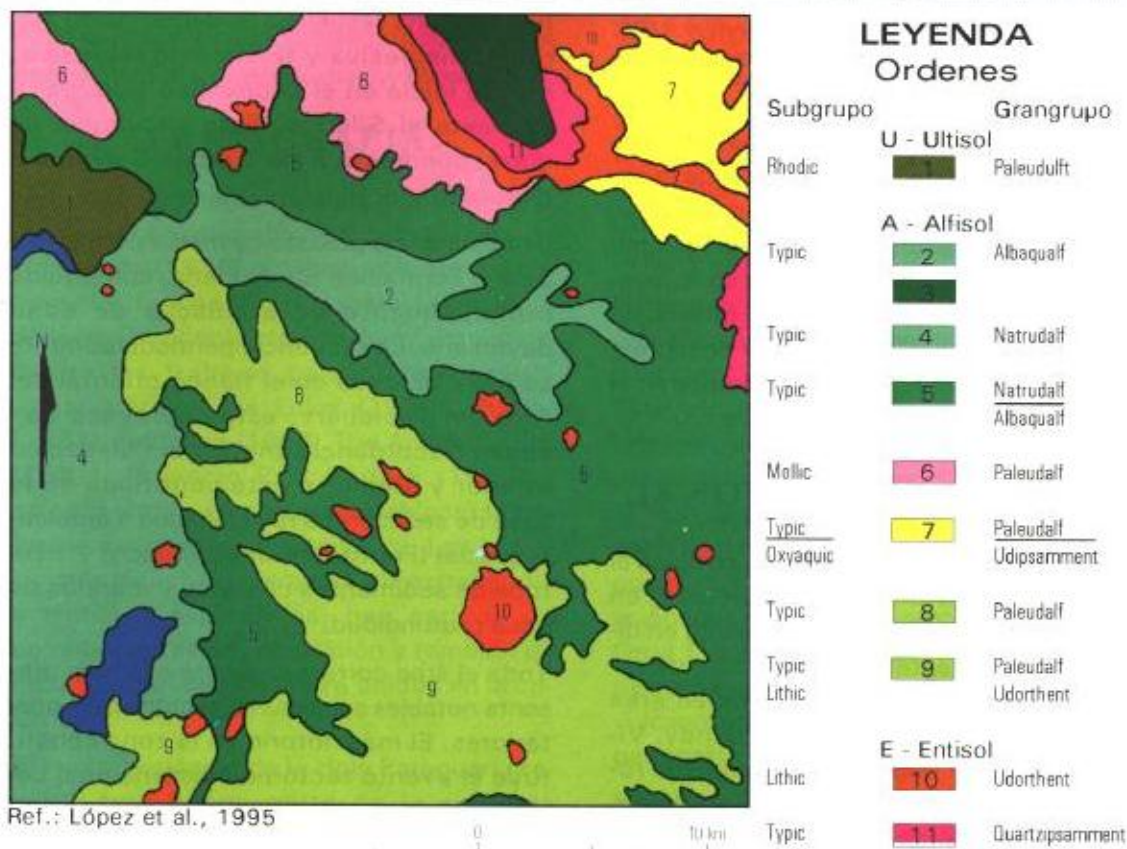


Fig. 3: Mapa taxonómico simplificado de suelos de la Hoja Paraguari

el estero de Lago Ypoa. Los Valles de Acahay e Ypacarai normalmente húmedos desarrollan vegetación gramínea y hasta arbustiva, en casi toda su extensión.

## 2.5 SUELOS

Los suelos correspondientes al cuadrante de la hoja han sido identificados con el objeto de determinar las probables utilidades de los mismos. Esta clasificación se ha realizado siguiendo los criterios básicos de los órdenes de suelos.

Los suelos han sido identificados según el horizonte de diagnóstico y la clase taxonómica a la que pertenecen, siendo los siguientes órdenes encontrados en el área de la hoja: Ultisol, Alfisol, y Entisol (Fig. 3).

El mapa simplificado de la figura 3 indica los diferentes órdenes de suelos con números ordinales, mientras que las características de estos órdenes y de sus subdivisiones están dadas en la Tabla 1.

## 2.6 SOCIOLOGIA

La población de la zona se concentra en áreas morfológicamente elevadas. Estas se observan en las ciudades de Ita, Yaguarón, Paraguari y Nueva Italia, ubicadas al norte, y en las ciudades de Carapegua, Roque González de Santa Cruz, Quiindy y Acahay en el centro-sur del cuadrante de la hoja.

Una distribución aislada de pobladores puede encontrarse en los Valles de Acahay e Ypacarai, y ninguna en el estero del Lago Ypoa.

Los recursos económicos de la población provienen de la agricultura, la ganadería y el aprovechamiento de los recursos naturales. La agricultura consiste en la horticultura y la fruticultura, principalmente en el área del Departamento Central y plantaciones menores de tubérculos, leguminosas y también caña de azúcar, en la ciudad de Nueva Italia y sus alrededores.

La ganadería se restringe al sur del cuadrante,



establecimientos ganaderos de pequeña a mediana escala se extienden desde la ciudad de Carapegua hacia el sur.

El aprovechamiento de los recursos naturales de la zona, consiste principalmente de la explotación de rocas para materiales de construcción, como piedra bruta y también como rocas de ornamentación. Otro tipo de aprovechamiento de estos recursos es el turismo, la utilización de arroyos como áreas de recreación es muy difundida, principalmente en el planalto de la Cordillera de los Altos.

### 3 GEOLOGIA REGIONAL

El cuadrante de la Hoja Paraguairí se ubica al norte del Subcratón del Río Tebicuary, en una sucesión cronológica decreciente en dirección nor-noreste, con un núcleo de rocas antiguas. El núcleo se ubica en área abarcado por las ciudades de Quiindy, Villa Florida y San Miguel, constituida de rocas precámbricas a eocámbricas, y semicircundadas por las unidades del Paleozoico inferior. Rocas sedimentarias pérmicas, jurásica/cretácicas y rocas ígneas mesozoicas y cenozoicas, se ubican principalmente en el Valle de Acahay, y estas se hallan en gran parte cubiertas por sedimentos recientes no-consolidados, de relativo espesor. En el Bloque de Asunción aparecen rocas sedimentarias cretácicas e ígneas terciarias.

Las rocas precámbricas más antiguas corresponden al Complejo Basal del Subcratón del Río Tebicuary, constituidas por rocas metamórficas, cuyas edades son indicadas para el Proterozoico Inferior y hasta más antiguo (Wiens, 1984; Lohse, 1990).

Como parte del complejo basal el Grupo Paso Pindó, consiste de rocas metasedimentarias, de edad Proterozoico medio al superior (Cubas et al., 1997), mientras que las magmatitas ácidas a intermedias de la Suite Intrusiva Extrusiva de Caapucú tienen edades cámbricas (Bitschene & Lippolt 1986).

La secuencia sedimentaria del Paleozoico Inferior aflorante en el área, esta consti-

tuida por una secuencia de depositación marina transgresiva y finalmente regresiva, que se inicia en el Ordovícico Superior y va hasta el Silúrico. Esta secuencia es correspondiente a los Grupos Caacupé e Itacurubí.

Una secuencia paleozoica media corresponde a la Formación Santa Elena, constituida principalmente de areniscas de edad devoniana. La secuencia permocarbonífera se halla ubicada en el flanco oriental del Alto del Tebicuary, esta suprayace con suave discordancia angular al Paleozoico Inferior y Medio, y esta constituida en la base de sedimentos relacionados a ambiente glacial (Formación Cnel. Oviedo) y en el tope de sedimentos costeros y marinos de poca profundidad.

Toda el área correspondiente a la hoja presenta notables secuelas de tectonismos posteriores. El más notorio en la zona constituye el evento tectónico distensional del tipo *rifting*, de edad mesozoica. El distendimiento de la corteza produce estructuras del tipo graben, como por ejemplo los graben de Acahay y Asunción. Esta distensión y la apertura de estructuras es posteriormente aprovechada para la intrusión y extrusión de rocas alcalinas. Estas magmatitas se emplazan en forma de diques, intrusiones circulares y anulares, de los cuales el Cerro Acahay es la más resaltante.

En los graben de Acahay y de Asunción aparecen sedimentos siliciclásticos de relleno, contemporáneos a los periodos activos de dicho ciclo tectónico. En el Graben de Acahay estos sedimentos (Fm. Ybytymí) se forman sintectónicamente, y en el tiempo de pre-actividad magmática. Durante esta actividad magmática a más del emplazamiento de diques y conos, producen derrames basálticos, con espesores relativos de 300 m. La actividad tectónica de subsidencia del Graben de Asunción tuvo su periodo máximo en el Cretácico, posterior a la actividad magmática principal.

Los valles de la zona del cuadrante de la hoja se encuentran casi siempre con una cobertura cuaternaria, generalmente de



poco espesor y consistente principalmente de sedimentos limo-arcillosos, no consolidado.

## 4 ESTRATIGRAFIA

Uno de los primeros trabajos que hace referencia a la estratigrafía ha sido realizado por Harrington (1956). En este, el autor describe y clasifica de forma general la geología de la región oriental del Paraguay. Posteriormente los trabajos paleontológicos y/o estratigráficos, de Eckel (1959), Putzer (1962), Anónimo (1966), The Anschutz Co. (1981), Proyecto PAR 83/005 (1986) y otros, contribuyeron para establecer la columna estratigráfica paraguaya. Los trabajos más recientes referentes a la estratigrafía y trabajos específicos, han servido de complementación, de adición y también de modificación de una u otra unidad en la columna.

El mapa geológico de la Hoja Paraguairí presenta una buena parte de la columna estratigráfica de la región oriental del Paraguay, comenzando con el Proterozoico, seguidas por rocas del Paleozoico Inferior y complementadas con rocas sedimentarias y magmatitas mesozoicas y cenozoicas, en un contexto tectónico complejo.

### 4.1 GRUPO PASO PINDÓ (pz)

El Grupo Paso Pindó aparece en el mapa geológico de Paraguairí principalmente constituido por metasedimentos, de granulometría fina a muy fina, expuestas en las cercanías de la ciudad de Paraguairí y en la base de la Cordillera de los Altos.

Harrington (1950 y 1956) fue el primero en describir las metasedimentitas de los alrededores del Cerro Cristo Redentor (Foto 1). Este autor las describe como areniscas lutíticas, que subyacen a varvitas y atribuyéndolas una edad pérmica. Más tarde Putzer (1962) describe la secuencia como pizarras oscuras, finamente estratificadas y algo arenosas, con cuarcitas claras infrayacentes, asignándoles una edad precámbrica inferior. Orué (1996) interpreta esta unidad como perteneciente a una secuencia vulcanosedimentaria, basándose en estudios petrográficos.

En 1959 Eckel emplea por primera vez el nombre de Grupo Paso Pindó, para denominar el paquete de rocas metasedimentarias (metaconglomerado, metaarenisca, metasiltitas y metaarcillitas), que aparecen al noreste de la ciudad de Villa Florida, cerca de la estancia Paso Pindó. Este trabajo correlaciona

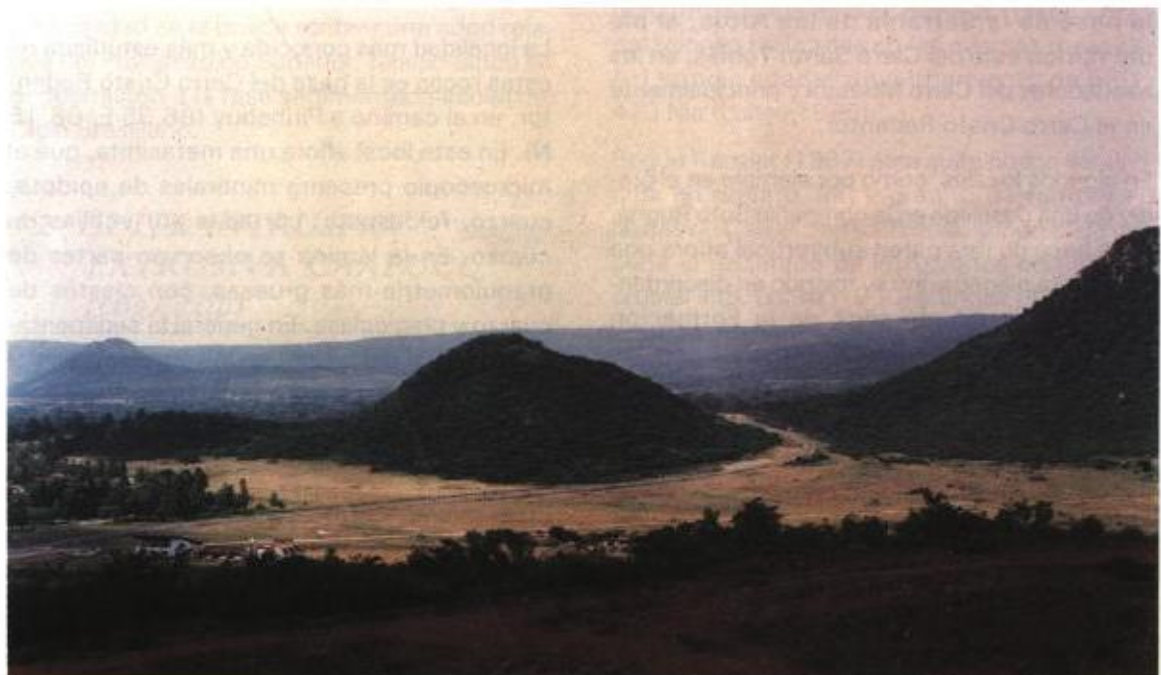


Foto 1: Vista panorámica del Valle de Ypacarai, tomada desde el Cerro Perú, ciudad de Paraguairí, en primer plano los cerros Cristo Redentor y Jhú, al fondo el Cerro Mbatobí y la Cordillera de los Altos.





Foto 2: Grupo Paso Pindó, metasiltitas plegadas y fracturadas en la base del Cerro Cristo Redentor; 2 km. al norte de la ciudad de Paraguari.

los metasedimentos aflorantes en esta hoja, con las rocas del área de Villa Florida pertenecientes al Grupo Paso Pindó.

El área aflorante en el cuadrante de la Hoja Paraguari es de poca extensión, y en forma discontinua. Estas rocas se localizan en la base de la Serranía de los Altos, al pie del flanco este del Cerro Santo Tomás, en los alrededores del Cerro Mbatobi y principalmente en el Cerro Cristo Redentor.

En algunos locales, como por ejemplo en el predio de una destilería en la compañía Soto Ruguá, en la base de una pared subvertical aflora una metalutita plegada, infrayaciendo en discordancia a los conglomerados de la Formación Paraguari, o en contacto intrusivo con las magmatitas de la Suite Intrusiva Caapucú. La extensión lateral y los diferentes espesores con que se presentan estos metasedimentos son inciertos, ya que son solamente observados en perfiles aislados y su base se halla cubierta por material de derrumbe.

Al norte del Cerro Cristo Redentor (86,50 E/ 69,05 N), en una pequeña explotación del tipo casero, aparece una metaarenisca, que al mi-

croscopio presenta minerales de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y clastos de siltita y cuarcita, todos en una matriz secundaria de clorita y epidota, y algunos agregados mayores de epidota. La presencia de clorita en la matriz de estas rocas indica que ha sufrido metamorfismo de bajo grado.

La localidad más conocida y más estudiada de estas rocas es la base del Cerro Cristo Redentor, en el camino a Piribebuy (86,35 E/ 68,15 N). En este local aflora una metasiltita, que al microscopio presenta minerales de epidota, cuarzo, feldespato, cortadas por vetillas de cuarzo. En la lámina se observan partes de granulometría más gruesas, con clastos de cuarzo y plagioclasa. En general la sedimentación original del grupo, en los alrededores del cerro, correspondería a una sucesión de areniscas y siltitas, que sufrieron un metamorfismo regional de bajo grado (Foto 2).

En el mismo Cerro Cristo Redentor, la alternancia de las rocas originales muestra corneanas en el área de contacto con las riolitas de la Suite Intrusiva Caapucú, a una altura aproximada de 50 metros desde la base del cerro. La presencia de corneanas indica que



estas rocas sufrieron un segundo efecto metamórfico, en este caso de contacto y de bajo grado.

Los metasedimentos se encuentran plegados y posteriormente fallados. Las estructuras en las rocas muestran secuelas de por lo menos dos eventos tectónicos principales, que serían:

El primer evento demuestra una tectónica compresiva fuerte, que produce plegamientos en los sedimentos originales. Dicho evento estaría relacionado con la fase orogénica del Ciclo Brasileño (Fig. 4), en el periodo de tiempo comprendido entre los 580 a 590 Ma en el Eocámbrico (Engler, 1991), y posteriormente transformadas por metamorfismo de contacto a raíz de intrusiones de magmatitas ácidas, pertenecientes a la fase magmática del mismo ciclo tectónico.

El segundo evento observable corresponde a una tectónica distensional, resultando en un intenso fracturamiento y fallamiento de la zona. Esta movimentación estaría relacionada a procesos de riftamientos mesozoicos del Ciclo Tectónico Sudatlántico, y posiblemente reactivados en el Cenozoico como Ciclo Tectónico Andino.

De acuerdo al posicionamiento estratigráfico y a las estructuras observadas en el campo, a esta unidad se le puede atribuir una edad relativa del Proterozoico Superior, relacionando su depositación a la fase sedimentaria inicial del Ciclo Brasileño.

#### 4.2 SUITE INTRUSIVA EXTRUSIVA CAAPUCU (cbg/ cbp)

La Suite Intrusiva Extrusiva Caapucú está constituida por variedades de granitos, pórfidos y riolitas. Para esta unidad Anónimo (1966) introduce el nombre Serie Caapucú. Wiens (1984 y 1986) y Proyecto PAR 83/005 (1986) usan el mismo nombre, pero con categoría de Grupo. Para la impresión del mapa de esta hoja una comisión conformada para el análisis de las denominaciones de los diferentes grupos y formaciones, unificando criterios y tomando como

base el Código de Nomenclatura Estratigráfica, antepone la denominación Suite a las características de emplazamiento y al nombre de la localidad de referencia principal o localidad tipo. Teniendo en cuenta estas determinaciones el mapa de la Hoja Paraguari lo denomina Suite Intrusiva Caapucú. Para la edición de este texto, avances en los trabajos de hojas contiguas y correcciones realizadas con estas rocas, hace que se opte por la denominación más completa de Suite Intrusiva/ Extrusiva Caapucú, por tratarse de rocas magmáticas de los diferentes niveles de emplazamiento.

La mayoría de los afloramientos de estas rocas se encuentran en la hoja contigua de Villa Florida, siendo solamente un conjunto de ellas aflorantes al sur de esta hoja, principalmente en los alrededores del Lago Ypoa.

Resultados geocronológicos (K/Ar) realizados por Comte & Hasui (1971) relacionan el emplazamiento de estas rocas con Ciclo Brasileño tardío. Investigaciones petrográficas y cronológicas realizadas en las mismas (Bitschene & Lippolt, 1986), las describen como pertenecientes al rango de granitos aplíticos a granitoides de grano fino y dataciones hechas por estos mismos autores, en minerales de biotita de los granitos de Caapucú (40Ar/39Ar) le atribuyen edades de  $544 \pm 11$  Ma. Estos resultados los ubica en el límite Precámbrico/Cámbrico, confirmando los resultados iniciales de Comte & Hasui. Otras dataciones realizadas en las mismas rocas (K-Ar) arrojan edades de enfriamiento de 580 - 473 Ma (Lohse 1990).

Según Kanzler (1987) esta suite puede ser dividida en granito Jhú y granito Barrerito y en riolitas de Casualidad y Charará, suponiendo que sería el resultado de intrusiones en un nivel crustal alto. Lohse (1990) y Engler (1990) analizan las muestras colectadas por Kanzler, y tomando como base las reinterpretaciones petrográficas por ellos desarrolladas, reconocen características semejantes en los granitos de tipo Barrerito y Jhú, y por otro lado confirman la subdivisión de las riolitas en los tipos mencionados.

Recientemente, como complementación del programa de mapeo de la Hoja Villa Florida, se caracterizan las unidades litológicas del área circundante a la misma, corres-



ERA	SISTEMA	SERIE	EDAD IND. Ma	ESTRATIGRAFIA	CICLOS TECTONICOS							
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	1.6									
		Pleistoceno										
	TERCIARIO	Neogeno	65		Suite Intrusiva Nemby	Ciclo Andino						
		Paleogeno			Grupo Asunción							
MESOZOICO	CRETACICO	Superior	135	Suite Magmática Sapucaí	Ciclo Sudatlántico							
		Inferior										
	JURASICO	Superior	205	Fm. Ybytymí								
		Medio										
		Inferior										
	TRIASICO	Superior	250									
		Medio										
	PALEOZOICO	PERMICO	Superior	290								
Inferior												
CARBONIFERO		Superior	355				Orogenia Eohercyniana					
		Inferior										
DEVONICO		Superior	410									
		Medio										
		Inferior										
SILURICO		Pridoliano	438									
		Ludlowiano										
		Wenlockiano										
		Llandoveryano										
ORDOVICICO		Ashgilliano	510									
		Caradociano										
		Llandeilliano										
		Llanvirniano										
		Arenigiano										
		Tremadociano										
CAMBRICO		Superior	570									
	Medio											
	Inferior											
PROTEROZOICO	PRECAMBRICO	Neo-	570	Suite Intrusiva Extrusiva Caapucú Grupo Paso Pindó								
		Meso-										
		Paleo-										

Fig. 4: Columna tectoestratigráfica de la Hoja Paraguari

pendiente al Subcratón del Río Tebicuary. Este trabajo incluye una revisión del área de los afloramientos en la Hoja Paraguari y los resultados de estas nuevas investigaciones conlleva la redefinición de los diferentes tipos de rocas y el área abarcado por cada una de ellas (Cubas et al., 1997; Fig.5).

Cubas et al. subdividen las rocas ácidas de

la Suite Intrusiva Extrusiva Caapucú: en rocas extrusivas del tipo Charará (cbrp), compuesta de lavas riolíticas, de textura tobácea, ignimbritas riolíticas y brechas de nubes ardientes, riolitas densas a criptocristalinas, riolitas o riolitas porfíricas con matriz densa a criptocristalina. Otro grupo de rocas componentes de la suite, pero con emplazamiento hipabisal y subefusivo denominado del tipo Casualidad (cbpr, cbgm y



cbga), contiene pórfido de granito/riolita con fenocristales de grano medio en matriz fina idiomórfica e hipidiomórfica, también microgranito de biotita de grano fino, con minerales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita y como accesorios zircon y opacos y granito aplítico, de grano fino, equigranular, de textura xenomórfica y gráfica, compuesto de minerales de cuarzo con intercrecimiento gráfico de feldespato potásico y plagioclasa, con maclas de albita y componentes menores de opacos, goethita y biotita. Un tercer grupo de rocas plutónicas del tipo Barrerito (cbgg), constituido de granito de grano medio a grueso, en parte porfirítico, de textura fanerítica, constituida por minerales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, además de minerales ferromagnesianos de biotita y hornblenda y como secundarios clorita y granos finos de opacos (Foto.3) y un cuarto grupo denominado Tipo Fanego (cbpg), constituido por pórfidos de granito con fenocristales de grano grueso en una matriz xenomórfica.

Según los mismos investigadores, las rocas de la suite corresponden a un conjunto de rocas

plutónicas, hipabisales y volcánicas, considerando que las variedades litológicas observadas en los afloramientos, muestran características texturales causadas por diferentes niveles de emplazamiento. Estas diferenciaciones magmáticas en las rocas, ocurren más o menos sintonicamente, pero en diferentes pulsos.

Las rocas de la Suite Intrusiva/ Extrusiva Caapucú no han sido afectadas por metamorfismo regional y/o plegamientos, pero procesos autometamórficos e hidrotermales alteran partes de las mismas rocas, especialmente en áreas próximas a fallas o en zonas cataclásticas, teniendo como resultados de estos fenómenos mineralizaciones de sulfuros y óxidos de hierro, fluorita o pirofilita.

Dataciones hechas en estas rocas, por el método de Rb-Sr arrojan una isócrona común de 531 Ma (Höhndorf, BGR, com. pers., 1997). Pudiendo concluirse que el emplazamiento de las rocas magmáticas de la suite corresponde al periodo postectónico, y que siguen el clímax orogénico del Ciclo Brasileño, ocurrido entre los 600 a 590 Ma

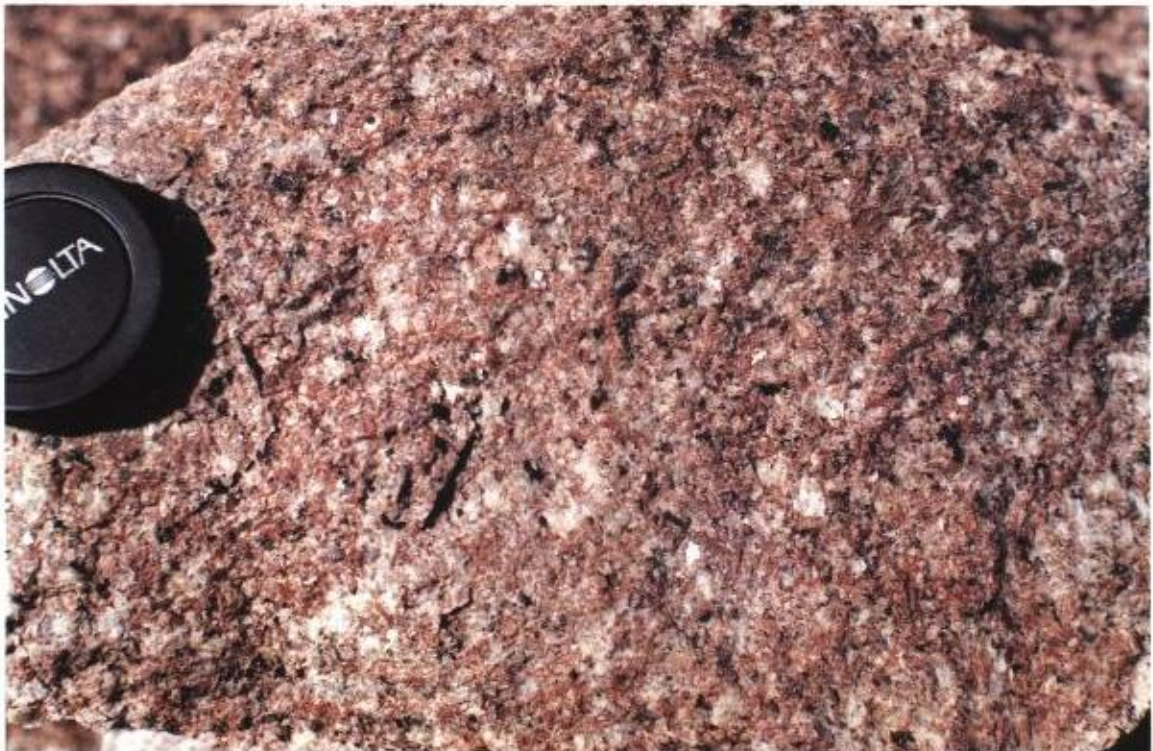


Foto 3: Suite Intrusiva Extrusiva Caapucú, granito de grano grueso, textura fanerítica, constituida de minerales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa; 8km. al oeste de Quiindy.



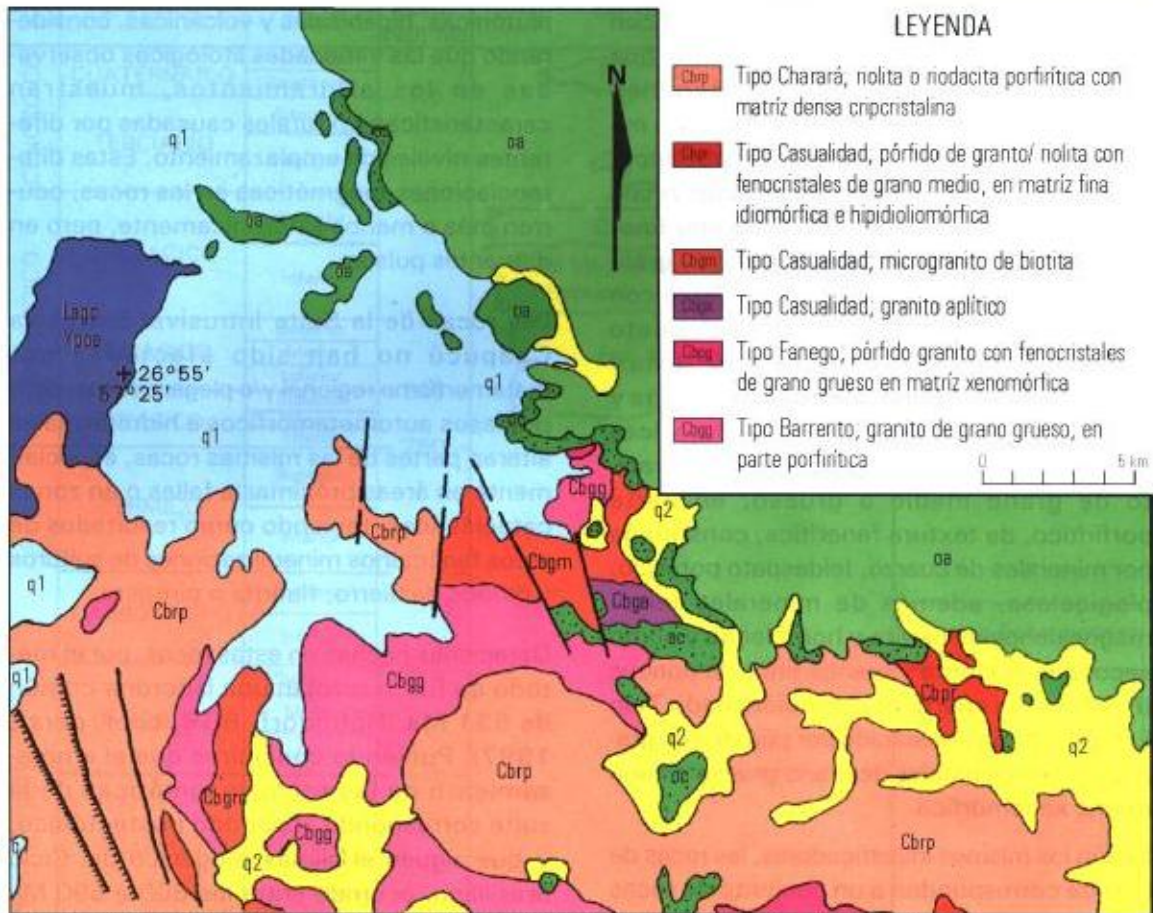


Fig. 5: Mapa de correcciones del área precámbrica/cámbrica, al sur de la Hoja Paraguari

(Söllner et al. 1987).

En el área de la Hoja Paraguari los afloramientos de estas rocas se encuentran concentrados al sur de la misma, principalmente en el margen este del Lago Ypoa, donde su distribución es continua y extensa. El área se extiende al sur, en la hoja contigua de Villa Florida. Otras localidades de afloramiento, pero con características puntuales son: las márgenes del Valle de Ypacarai, la base del cerro Cristo Redentor, además de otros puntos no siempre mapeables a la escala de este mapa. Mencionables también son las perforaciones realizadas por Senasa en el Valle de Acahay, ubicadas a pocos kilómetros al sureste de la ciudad de Paraguari, estas perforan granitos hasta una profundidad de 50 u 80 metros. En los valles se reconoce su existencia por pequeños afloramientos, estando casi siempre cubiertos por sedimentación reciente, lo que hace difícil su caracterización litológica.

La petrografía de las rocas de la suite en el

área sur de la Hoja Paraguari, describe granitos porfíricos, denominados tipo Jhú por Kanzler (1987), o tipo Barrerito (Cubas et al., com. pers.), microgranitos y pórfidos del tipo Fanego y Casualidad, y riolitas del tipo Charará (Fig. 5).

Los granitos porfíricos que aparecen en el camino al Lago Ypoa (Fig. 5), se presentan con relieve poco expresivo por encontrarse expuestos a la erosión. Petrográficamente estas rocas son holocristalinas, de color rosado-gris, de textura porfírica, con fenocristales de grano medio a grueso de cuarzo y feldespato. El cuarzo se presenta en cristales límpidos, en forma de granos anhedrales a veces con crecimiento gráfico de feldespatos, o conteniendo inclusiones de plagioclasa y láminas de biotita. La matriz es fanerítica de grano fino a medio, compuesta por los mismos minerales, además de biotita y hornblenda como minerales esenciales, y entre los accesorios pueden citarse la allanita, el zircón, opacos y apatita.



Las riolitas del tipo Charará se presentan cubiertas por sedimentos clásticos subyacentes y suelo cuaternario, próximas a la ciudad de Quiindy hasta el Lago Ypoa. Petrográficamente estas rocas son leucocráticas de textura porfírica, con gran predominancia de la matriz sobre los fenocristales de cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa. El cuarzo ocurre en forma de cristales anhedrales a veces subhedrales de hábitos granulares a pseudo hexagonales, aislados o formando agregados policristalinos. El feldespato alcalino es la ortoclasa, de hábito tabular con maclas de carlsbad, comúnmente alterados. Y la plagioclasa acompaña a la ortoclasa pero en menor cantidad. La matriz de esta roca muestra amplia variación textural, dependiendo del nivel de enfriamiento, predominan la matriz de grano fino, afanítica y compuesta por minerales micro-criptocristalinos de cuarzo y feldespato, que en ciertas zonas presentan estructura fluidal, marcada por líneas de flujo. Como minerales accesorios comunes se encuentran el zircón, la apatita, los minerales opacos, y a veces fluorita y pirita.

### 4.3 GRUPO CAACUPE

Este grupo ha sido descrito inicialmente por Harrington (1950) como Serie Caacupé, dividiéndolo en conglomerado Paraguarí y areniscas Piribebuy. Más tarde el mismo autor, en 1956, cambia la denominación Serie Caacupé por Grupo Caacupé. Y en 1972 subdivide el grupo en las tres unidades siguientes:

- conglomerado de Paraguarí.
- areniscas de Cerro Jhú.
- areniscas de Tobatí.

Esta misma subdivisión ha sido utilizada en los trabajos siguientes: Escobar (1978), The Anschutz Co. (1981) y en el mapa geológico del Proyecto PAR 83/005 (1986) entre otros, pero ya con la asignación de la categoría de formación para cada unidad.

En el mapeo geológico de la Hoja Paraguarí 1:100.000, en conformidad con la comisión conformada para su estudio final opta por una

subdivisión en solamente dos unidades:

- 1 conglomerado basal o Formación Paraguarí y
- 2 las formaciones Cerro Jhú y Tobatí indiferenciadas.

Se ha optado por esta subdivisión, considerando que la unidad basal de los conglomerados de la Formación Paraguarí, aunque presentes en afloramientos discontinuos, puede ser fácilmente identificada en el campo y sus contactos mapeados a la escala de este mapa. Mientras que las formaciones superiores son definidas como una única unidad indiferenciada, por la problemática existente en el trazado de un límite claro y definido entre ambas, esto debido al paleoambiente depositacional y las diferentes facies interpuestas en un sistema transgresivo.

### FORMACION PARAGUARI (oc)

Se trata de un paquete sedimentario clástico, grueso, consistente principalmente de conglomerado, con intercalaciones de arenisca arcósicas, gruesas, especialmente en la parte superior de la formación, o sea en el tramo transicional hacia las areniscas de la unidad superior. Los mejores perfiles de esta formación se localizan en la base de la Cordillera de los Altos.

En el mapa geológico estas rocas se hallan presentes en la base de la Cordillera de los Altos, suprayaciendo en discordancia subhorizontal al basamento cristalino (Suite Magmática Caapucú) y en parte al Grupo Paso Pindó. Otros afloramientos aparecen al suroeste y sur del cuadrante del mapa, alcanzando una extensión relativamente grande. En esta zona los afloramientos se presentan en forma de suaves lomadas aisladas, como remanentes de erosión encima de áreas precámbricas/cámbricas, o como una delgada capa de clastos sueltos en forma de suelos lateríticos conglomerádicos, y también como lomadas sobresalientes en el estero del Lago Ypoa, otras veces con muy pequeño espesor, en el área de contacto entre los granitos de la Suite Magmática Caapucú con las areniscas superiores. En el área, el basamento cristalino



se halla a muy poca profundidad, y el espesor de los conglomerados es pequeño o se encuentra totalmente ausente, en parte se halla cubierto por sedimento reciente no consolidado.

En la base de la Cordillera de Yaguarón, en el flanco occidental del Valle de Ypacaraí, esta secuencia conglomerádica aflora en un área muy reducida, debido a intenso fallamiento de la zona. En este local los bancos conglomerádicos yacen directamente sobre las magmatitas de la Suite Caapucú en contacto evidentemente discordante.

La localidad tipo de esta formación se halla aproximadamente 5 km. al noreste de la ciudad Paraguari, en los alrededores del ramal Paraguari/Piribebuy. El perfil del corte de la ruta muestra un conglomerado polimíctico de clastos redondeados a subredondeados (Foto 4), de tamaños que varían desde pocos centímetros hasta excepcionalmente clastos de 30 cm. Los bancos de conglomerados se presentan con forma tabulares alargadas de amplios lóbulos de abanicos aluviales, con dirección de paleocorriente al suroeste. Otros afloramientos destacables se hallan en la Compañía Soto

Ruguá, en la propiedad de una destilería, donde los bancos conglomerádicos descansan en discordancia angular sobre las metasiltitas plegadas y falladas del Grupo Paso Pindó. En este afloramiento conglomerádico los bancos se presentan delgados y se acomodan alternando areniscas gruesas a conglomerádicas, muy mal seleccionadas.

En la estancia Romero Pereira, ubicada en el flanco oeste de la Cordillera de los Altos, al norte del Cerro Mbatobí se observa otro contacto inferior con las magmatitas de la Suite Caapucú. En este local los conglomerados se presentan en bancos de 20 a 25 cm de espesor, los cuales se repiten hacia arriba con una notoria disminución de espesor y tamaño de los clastos, desapareciendo mas arriba dando lugar a areniscas masivas (Foto 4).

El espesor general del conglomerado aflorante presenta gran variación, pudiendo llegar hasta 40 metros en algunos locales (Flanco oeste de Cerro Apyreguá, en la hoja contigua este de San José), así como puede estar ausente, exponiéndose un contacto directo entre el ba-



Foto 4: Grupo Caapucú, Fm. Paraguari, contacto de granito de la Suite Intrusiva Extrusiva Caapucú con los conglomerados de la Fm. Paraguari, discordancia eocámbrica/ordovícica superior; Estancia Romero Pereira, 10 km. al norte de Paraguari (Valle de Ypacaraí).



samento y unas areniscas conglomerádicas, o presentar una delgada capa de clastos en la línea de contacto (Cantera Valle Apuá, sur de la ciudad de Quiindy en la hoja contigua sur de Villa Florida). En general los bancos individuales presentan espesores que no sobrepasan los 1,5 m, y acomodadas con diseño plano-paralelo amalgamado, e intercalados con cuerpos de areniscas arcósicas con estratificación cruzada acanalada.

Litológicamente los conglomerados se caracterizan por contener clastos predominantemente de cuarzo de veta, en menor proporción de pórfido riolítico, gneis y cuarcita. Según Putzer (1962) estos conglomerados presentan además de los citados, pero en muy poca cantidad clastos de pizarras metamórficas silicificadas. La proveniencia de estos clastos sería probablemente atribuido a los metasedimentos subyacentes del Grupo Paso Pindó. Los clastos se presentan redondeados a subredondeados, de formas esféricas, elipsoidales y discoidales, con diámetros que pueden alcanzar, en muy raros casos los 30 cm.

La Formación Paraguairí yace en discordancia angular sobre los metasedimentos del Grupo Paso Pindó, especialmente al noreste de la población de Paraguairí, o directamente en discordancia sobre granitos y pórfidos de la Suite Magmática Caapucú.

Aún no se han encontrado evidencias claras para determinar la edad de la Formación Paraguairí. Pero considerando que representa la unidad basal de ambiente continental, de una amplia transgresión marina, que llega a su máximo de inundación en el Llandoveryano, puede establecerse una edad relativa ordovicica superior para estas rocas sedimentarias (Fig. 4).

El paleoambiente de depositación de la Formación Paraguairí corresponde a un conjunto de depósitos de abanicos aluviales asociados a un sistema de ríos entrelazados, en el margen de una cuenca con características de rift recientemente formada, tectónicamente activada de morfologías abruptas.

## FORMACIONES CERRO JHU Y TOBATI INDIFERENCIADAS (oa)

Las denominaciones de las dos formaciones superiores del Grupo Caacupe fueron inicialmente propuestas por Harrington, 1972, como Cerro Jhú *Sandstone* y Tobatí *Sandstone*. Estas denominaciones son sinónimos de las Areniscas Piribebuy (Harrington, 1950), *Sandstein von Caacupé* (Wolfart, 1961) y *Arkosic Sandstone/ White Saccharoidal Sandstone* (Eckel, 1959).

La unidad indiferenciada esta constituida esencialmente de areniscas, razón por la cual Harrington (1972) las divide y las denomina con su caracterización litológica. Localmente aparecen intercalaciones de arcillitas (caolinita), estas son intercalaciones poco potentes, que generalmente no superan 1 m. de espesor en áreas conocidas en la hoja, pudiendo alcanzar hasta 4 m. en otras localidades (Itá Morotí, en la hoja contigua este de San José).

La unidad indiferenciada se distribuye en el cuadrante de la Hoja Paraguairí en ambos flancos del Valle de Acahay. Los afloramientos más resaltantes se encuentran en la Cordillera de los Altos, al este de la ciudad de Paraguairí, formando las paredes verticales de hasta varias decenas de metros de la misma. Al suroeste del Valle de Acahay una gran planicie ondulada, con algunas elevaciones mayores corresponde al paisaje de esta unidad. Afloramientos en cortes de caminos, en cauce de arroyos y en algunos casos cerros testigos, por silicificación diferenciada local, son las evidencias de la presencia de estas rocas en el área.

El buzamiento general de la secuencia sedimentaria es muy bajo, hasta despreciable. En el Bloque de Cordillera (Fig. 2) se presentan datos de buzamientos localizados de 2 a 5°. En el área sur del cuadrante predomina la disposición horizontal, excepto en el área de Nueva Italia, donde se miden buzamientos con ángulo de hasta 12° en dirección noreste. En la Cordillera de Yaguarón, en el borde oriental del Bloque de Asunción (Fig. 2) el buzamiento de estas rocas en dirección suroeste alcanza 35°



en algunos locales. Esta inclinación tan marcada es debida al hundimiento del Graben de Asunción.

Regionalmente los afloramientos de esta unidad, se encuentran distribuidas en las hombreadas de los valles de Ypacarai y Acahay, con elevaciones de hasta 425 m. en el Cerro Santo Tomas del Bloque Cordillera (Fig. 2), y en el borde oriental del Bloque de Asunción, con elevaciones de 360 m. sNM en la Cordillera de Yaguarón.

La secuencia indiferenciada se inicia con areniscas gruesas a medias, con intercalaciones conglomerádicas en la base, en contacto transicional con los conglomerados infrayacentes de la Formación Paraguarí. No presenta una litología característica, en general son arcósicas y conglomerádicas en la base, pasando gradualmente a areniscas mejor seleccionadas y de buena madurez mineralógica en los perfiles superiores.

En la cantera ubicada en el ramal Paraguarí/Piribebuy (90,00 E/ 70,80 N) se hallan expuestas las sedimentitas inferiores de esta unidad indiferenciada, con una geometría deposicional

en lóbulos sigmoidales localmente progradantes. Litológicamente estas rocas son constituidas por areniscas arcósicas, gruesas a medias y bien estratificadas (Foto 5). Las mismas presentan silicificación diferenciada y algunos niveles con coloración parda rojiza oscura, por el alto contenido de  $Fe^{3+}$ .

Siguiendo el perfil del camino hacia Piribebuy se observa un cambio en la morfología de los afloramientos rocosos, estos aparecen en forma grandes bloques redondeados, que en sus superficies expuestas muestran grietas. Estas grietas en forma de polígonos rugosos tienen un origen químico, son producidas por meteorización en areniscas con escasa matriz y muy poco cementadas. La meteorización forma una costra silicificada, de aproximadamente 1 cm. de espesor. El proceso consiste en la propiedad del cuarzo de solubilizarse, estando expuesto a los agentes atmosféricos. Este cuarzo solubilizado actúa como cemento en la superficie, confiriendo a la roca una costra resistente. Esta costra debido a las variaciones de temperatura, por dilatación y contracción se agrietan, formando los polígonos (Foto 6). Debajo de esta costra el material es

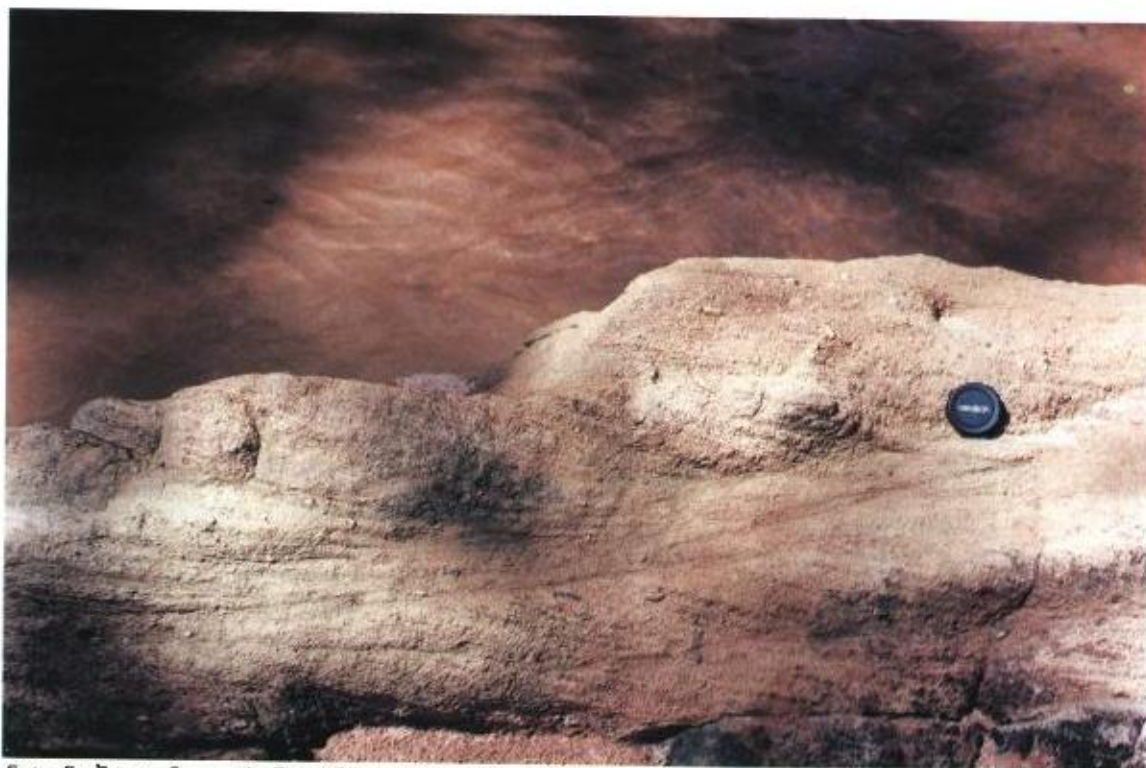


Foto 5: Grupo Caacupé, Fms. Cerro Jhú y Tobatí indiferenciadas, arenisca gruesa conglomerádica, estratificación acanalada; Arroyo Tobatinguá; 2 km. al noreste de Quiindy.





Foto 6: Grupo Caacupé, Fms Cerro Jhú y Tobatí indiferenciadas, disyunción poligonal por meteorización en areniscas superiores; 8 km. al sur de Piribebuy.

friable y parte del mismo es erosionado formando una superficie rugosa con oquedades. Este fenómeno de agrietamiento es muy característico en las areniscas superiores de esta unidad.

En las canteras ubicadas en la Compañía Tacuruty, al norte de la localidad de Nueva Italia, se extraen materiales altamente silicificados. La silicificación afecta áreas relativamente grandes, resultando por interacción de la erosión una morfología ondulada. Los afloramientos pertenecen aparentemente a la parte media de la secuencia indiferenciada. La litología comprende areniscas con intercalaciones principalmente lutíticas y en menor proporción areniscas conglomerádicas, estas últimas esencialmente en la base. Las lutitas posiblemente corresponderían a las mismas condiciones subambientales de depositación de las ya citadas. Otra de las características resaltante en las sedimentitas de la cantera de Tacuruty es la presencia de pliegues sinsedimentarios o pliegues de escurrimiento.

En general las areniscas de esta unidad indiferenciada corresponden a una sedimentación con facies continentales en la base,

deltaicas y marinas, en un perfil costero transgresivo.

#### 4.4 FORMACION YBYTYMI (j-k)

La Formación Ybytymí fue definida en el presente programa de mapeo, e inicialmente se le asigna una edad relativa Jurásica/Cretácica Inferior, en el mapeamiento de la Hoja San José, ejecutada inmediatamente posterior a esta, se considera una modificación en la edad de esta unidad y se estima para ella una edad inferior en la columna estratigráfica, considerando que la sedimentación pudo haberse iniciado a partir del Triásico Superior.

Autores anteriores como Harrington (1950), Eckel (1959), Wolfart (1961), Putzer (1962) y Anónimo (1966), también Zarza (1991) y Dyck (1991), habían indicado para estas sedimentitas edades ordovícica-silúrica, interpretándolas como remanentes del Grupo Caacupé. The Anschutz Co. (1981) y Proyecto PAR 83/005 (1986) reconocieron a esta unidad como mesozoica. Mientras que Báez (1992) las describe como la parte superior del Grupo Independencia del Pérmico.



La localidad tipo se encuentra en la hoja cartográfica adjunta de San José, específicamente en la Serranía de Ybytymí, donde la parte superior de la misma corresponde a estas rocas siliciclásticas. La Formación Ybytymí se caracteriza por la predominancia de areniscas conglomerádicas y conglomerados, en una secuencia granocreciente, muy bien observado en un perfil ascendente en la serranía.

Los afloramientos en la Serranía de Ybytymí muestran que estas rocas suprayacen a las sedimentitas pérmicas y que posteriormente han sido intruidas por rocas de la Suite Magmática Sapucaí, estos eventos ubica claramente a las rocas de esta formación en el intervalo de tiempo comprendido entre el Pérmico y el Cretácico, y las caracteriza como las rocas clásticas de la fase sedimentaria del Ciclo tectónico Sudatlántico, en el área de Paraguay oriental (Fig. 4).

Prácticamente todo el área de afloramiento de ésta formación se encuentra en la hoja contigua este de San José, principalmente en la Serranía de Ybytymí. Pequeños afloramientos

correlacionados con los anteriores se encuentran en los alrededores de la población Escobar (96,50 E/ 63,80 N). En este se ubica el afloramiento más representativo de la hoja, en este aparecen areniscas conglomerádicas y conglomerados polimícticos locales (Foto 7), ambos con clastos de hasta 10 cm. de diámetro, de cuarzo/cuarcita, granito, gneis y rocas del complejo metamórfico precámbrico. Los clastos de cuarzo/cuarcita y los de rocas metamórficas son probablemente redepositados de los conglomerados de la Formación Paraguairí. Este afloramiento pertenece a la base de esta unidad sedimentaria, considerando la granulometría gruesa, con ocurrencia de clastos en menor proporción que en el tope conocido de la Serranía de Ybytymí.

El depósito de Escobar presenta marcada estratificación acanalada, de canales individuales o sistemas de canales, estas características demuestran que las rocas de la Formación Ybytymí, en este local, se depositan en un ambiente de abanicos aluviales asociados a ríos entrelazados, en periodos de menor precipita-



Foto 7: Formación Ybytymí, arenisca conglomerádica de cuarzo/cuarcita, de la base de la unidad sedimentaria, ciudad de Escobar.



ción. Toda la secuencia expuesta esta cortada por varios diques mesozoicos en alto estado de alteración.

#### 4.5 SUITE MAGMATICA SAPUCAI

En general las rocas de la Suite Magmática Sapucaí han sido motivo de numerosos estudios, entre las primeras cabe mencionar los trabajos de Hibsich (1891) y Milch (1895). En años posteriores las rocas ígneas mesozoicas han sido evaluadas como integrantes de la columna lito-estratigráfica de la Cuenca del Paraná en Paraguay, en los trabajos de Eckel (1959), Putzer (1962). Otros han realizado investigaciones petrográficas, geocronológicas, que han sido presentadas por Palmieri (1973), Bitschene (1987), Velázquez (1992; 96), Orué (1996). Resultados geoquímicos han sido detallados por Comin-Chiaramonti et al. (1990; 91 a-b) entre otros.

Según agrupaciones hechas por autores anteriores (Livieres & Quade, 1987) esta suite pertenece a la Provincia Alcalina Central. Las rocas intrusivas alcalinas de esta provincia consisten principalmente de essexita, shonkinita, sienita nefelínica, sienodiorita,

latita, traquita, fonolita y basalto nefelínico.

La tectónica distensional local es asociada al evento conocido como Ciclo Tectónico Sudatlántico para la placa sudamericana, durante el Mesozoico. Esta tectónica es conocida en el área central de Paraguay oriental como evento formador del *Rift* de Asunción, la apertura de la estructura es aprovechada para el emplazamiento de las magmatitas (Foto 8).

Las magmatitas aparecen en forma de extensos y potentes derrames basálticos alcalinos, en el seno del Valle de Acahay, también con forma de conos, intruyendo rocas pre-existentes, tanto de las serranías u hombreras del *rift* (Cerro Acahay; Cerro Pé, 56,70 E/ 61,70 N; Cerro Nú, 56,10 E/ 60,00 N), así como también en los valles (Ybytytý, 82,00 E/ 52,00 N; y Arruaí, 64,50 E/ 69,30 N) (Foto 8), y aparecen además como diques y enjambres de diques en toda la extensión de la estructura, cortando rocas pre-existentes además de los basaltos y *stock* tempranos. Un área importante de la hoja pertenece a afloramientos de esta suite ígnea. En el mapa geológico se distinguieron tres unidades litológicas en la suite, teniendo en cuenta sus características petrográficas y de yacencia.



Foto 8: Vista panorámica del Valle de Acahay, al este, la planicie basáltica intruida por conos de rocas alcalinas (Cerros Ybytytý y Yariguaá), en primer plano, y al fondo el Cerro Acahay.



En un resumen de los análisis geocronológicos de diferentes autores (Comte & Hasui 1971, Bitschene 1987, Velázquez 1992, etc.) se consideran a los derrames basálticos de edades comprendidas en el intervalo de 140 Ma a 120 Ma, mientras que las intrusiones de los *stock* y diques de la suite en el intervalo de 130 Ma a 120 Ma (Tabla N°1). En el mapa geológico, los lugares de donde existen valores de dataciones absolutas, están representados con \*.

### DERRAMES BASALTICOS ALCALINOS PORFIRITICOS (ke.)

La distribución de los derrames basálticos porfiríticos es más amplia hacia el límite este del cuadrante de esta hoja. Además que los mejores afloramientos se localizan en la hoja adyacente de San José. En los afloramientos de la Hoja Paraguarí, estos son relativamente escasos y sin mucha expresión. Los derrames se hallan en gran parte cubiertos por sedimentos recientes o suelos autóctonos.

El material posee una textura porfirítica debida a la presencia de fenocristales de feldespatos alcalinos y piroxenos. Por su textura porfirítica probablemente posee un nivel de emplazamiento más bien subefusivo. En general se presentan de color gris oscuro a verdoso, con apariencia moteada de color negro, debido a la presencia de los fenocristales, estos se hallan fracturados y con fenocristales de clinopiroxenos, olivinos y plagioclasas, inmersa en una matriz de textura afanítica de la misma composición. Los clinopiroxenos son de naturaleza augítica y las plagioclasas cálcicas, presentan como minerales secundarios serpentinas y carbonatos (Orué, 1996).

### DERRAMES BASALTICOS ALCALINOS AFANITICOS (ke.)

Los basaltos de los derrames afaníticos no difieren en su composición química de los porfiríticos y su distribución en la hoja de trabajo es relativamente más amplia. Uno de los afloramientos más accesibles es el de la Estancia Santa Rosa, al margen de la Ruta N° 1, aproximadamente 4 a 5 km. antes de la población de Carapeguá. En este afloramiento la

roca forma una suave lomada o plataforma alta con respecto a la planicie lateral. Se trata de un material fracturado, afanítico, oscuro y en parte algo amigdaloidal, estas son muy pequeñas, llegando a un diámetro máximo de unos pocos cm. En cuanto al origen de estas amígdalas, se atribuye el fenómeno a la etapa de consolidación, formando burbujas que tienden a subir por densidad y concentrarse en el techo de la colada basáltica, que al enfriarse por pérdida de elementos volátiles, formándose las oquedades, que posteriormente pueden ser rellenadas con minerales como el cuarzo, la zeolita y calcita. Estas oquedades normalmente marcan el techo de una colada con respecto al piso de la siguiente.

Buenos afloramientos de estos basaltos no son comunes, por su distribución en el seno del valle, se hallan cubiertos por suelos o por sedimentos recientes. Los suelos que se forman encima de estos basaltos son normalmente de color gris oscuro, probablemente debido a la morfología plana y baja, en parte inundable y con drenaje superficial lento. Esto implica que el agua superficial es poco oxigenado, motivo por el cual posee bajo potencial de oxidación.

Existen algunas perforaciones en las propiedades de estancias ubicadas en el Valle de Acahay, de entre las cuales cabe mencionar una, que ha sido realizada para extracción de agua en la estancia Che Porá, donde se llegó a perforar un espesor aproximado de 100 m. de basalto hasta alcanzar una roca clástica gruesa (González, 1993 com. per.). Otra en la estancia Che Kerâ, donde se atraviesa otros tantos metros, al pie de una pequeña elevación de areniscas ordovícicas. Las profundidades de estas perforaciones demuestran la relativa potencia de estos basaltos en algunos locales, debiendo considerar que se derramaron en el seno de una estructura del tipo graben, debe considerarse espesores muy diferenciados. La presencia de sedimentos clásticos gruesos debajo de los derrames en los pozos mencionados, es probablemente atribuida a las areniscas conglomerádicas y conglomerados de la Formación Ybytymí.



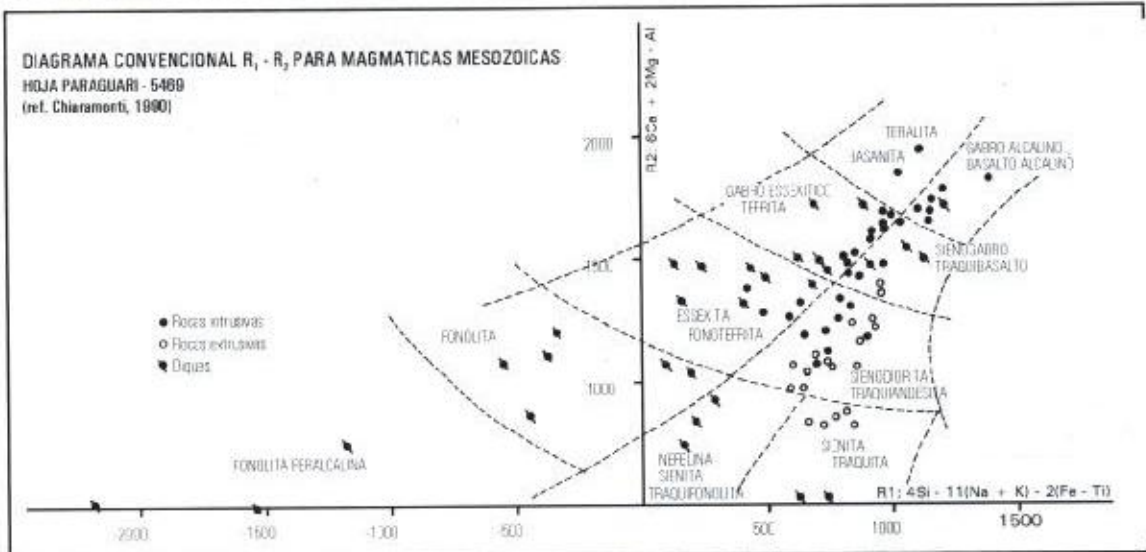


Fig. 6: Diagrama convencional R<sub>1</sub>-R<sub>2</sub>, para magmáticas mesozoicas de Paraguay oriental.



Foto 9: Suite Magmática Sapucaí, sienogabro de la cantera de Soto Ruguá; 5 km. al suroeste de la ciudad de Paraguari.

## INTRUSIVAS BASICAS ALCALINAS (ki)

Los cuerpos intrusivos se hallan emplazados en forma de conos en las sedimentitas del Grupo Caacupé y los basaltos de esta misma suite del Valle de Acahay. Entre los primeros, el más resaltante por su tamaño es el Cerro de Acahay, ubicado al sureste del cuadrante del mapa. Otros con menor expresión son el Ce-

rrro Pinto, el Cerro Pé y el Cerro Ñú, estos dos últimos ubicados en el extremo noroeste del mapa. En el valle el cono intrusivo con mayor destaque es el Cerro Ybytypé, este se emplaza en los basaltos de la fase extrusiva inicial de la misma suite y otro es el Cerro Arruaí, que intruye rocas pre-existentes no observables por cobertura reciente. Gran cantidad de diques y enjambres de diques tardíos intruyen rocas pre-existentes, desde precámbricas hasta cretácicas.



OCURRENCIA	LITOLOGÍA	MATERIAL	EDAD (Ma.)	REFERENCIA
Santo Tomas	Essexita	Biotita	126,0 ± 4,5	1
Santo Tomas	Minette	Biotita	127,9 ± 4,8	1
Santo Tomas	Minette	Biotita	130,1 ± 4,8	1
Santo Tomas	Essexita	Roca total	136,8 ± 5,0	1
Santo Tomas	Essexita	Clinopiroxeno	183,5 ± 8,5	1
Santo Tomas	Essexita	Roca total	136,5 ± 0,2	3
Giménez	Traquita	Roca total	66,0 ± 4,6	2
Arrua-i	Sienodiorita	Biotita	132,3 ± 8,4	2
Achay	Traquibasalto	Roca total	118,0 ± 4,0	3

Tabla 2: Geocronología de la Suite Intrusiva Extrusiva Sapucaí de la Hoja Paraguari.

Referencias: 1. Bitschene (1987); 2. Velázquez (1992); 3. Capaldi, Universidad de Nápoles - Italia (datos inéditos).

La petrografía describe rocas del tipo gabros, sienogabros, teralitas, gabros essexíticos y essexitas (Gómes et al., 1989; Bitschene, 1987; Fig. 6, Foto 9). La química de la mayoría de estas rocas denota altos contenidos de K<sub>2</sub>O (1,68 a 10,96 wt%) y MgO (0,60 a 10,35 wt%), lo que les confiere características potásicas a ultrapotásicas.

Tomando como base las dataciones radiométricas de K/Ar, estas rocas reflejan edades en el rango comprendido entre los 130 a 120 Ma (Tabla 2). Algunos valores extremos se distinguen principalmente en clinopiroxenos de essexitas del Cerro Santo Tomás de 183,5 ± 8,5 Ma (Bitschene, 1987) y 118,0 ± 4 Ma en roca total de traquibasaltos del Cerro Achay (Capaldi en Velázquez, 1992), el primer valor extremo ha sido atribuido a un exceso de argón.

Otras dataciones realizadas por el método Rb/Sr realizadas por Velázquez (1992), a partir de datos de Bitschene (1987) y Velázquez (1990) determinaron una isocrona que dio una edad de 126,5 ± 7,6 Ma, colocando la actividad magmática principal en el Cretácico Inferior.

#### 4.6 GRUPO ASUNCION (k)

El Graben de Achay y el Graben de Asunción conforman aparentemente brazos de una "triple junction", activos durante el proceso de *rifting* en el Mesozoico (ver cap.5). El Graben de Asunción subside posterior a la fase

magmática del Ciclo Tectónico Sudatlántico, probablemente a partir del Mesozoico Medio, atribuyendo su origen a un último pulso en la evolución del *rift*. El relleno de esta fosa es denominado Grupo de Asunción.

Inicialmente estos sedimentos fueron relacionados con la Formación Misiones (Harrington, 1950, Eckel, 1959, Anónimo, 1966, The Anschutz Co., 1981, etc.). El Proyecto PAR-83/005 (1986) denomina Formación Patiño al relleno de la fosa del área de Asunción. Cabe considerar que la denominación Formación Patiño ya había sido utilizada por Spinzi (1983), haciendo referencia solamente a la secuencia fanglomerádica aflorante de los alrededores del Cerro Patiño. Por estas razones este programa de mapeo denomina a la secuencia de relleno de la fosa como Grupo Asunción. Cabe mencionar que la denominación Grupo Asunción ha sido utilizada primeramente por Gómez (1991) y luego adoptada por Bartel (1994).

El relleno de la fosa se caracteriza por constituirse de un material de muy variada textura, debido a la rápida subsidencia de la estructura, al reducido espacio creado para la depositación de los sedimentos y a la corta distancia de transporte, todos estos factores han sido condicionados por una paleomorfología abrupta.

En general estas rocas se presentan poco consolidadas, friables, con escasa matriz o ma-



triz arcillosa. Excepcionalmente se observan en el paisaje cerros testigos, que presentan alta silisificación, por efecto de intrusiones ígneas locales (Cerro Ñanduá, Cerro Yaguarón, Cerro Curupayty, etc.). La secuencia completa es poco conocida, pero se considera una madurez litológica sucesiva en dirección oeste, considerando que las rocas del Cerro Perú constituyen los sedimentos de la base de la unidad y las rocas aflorantes al oeste y al noroeste consisten de la sedimentación superior. Los espesores del relleno son poco conocidos, pero se presume que la unidad de relleno tiene un espesor promedio aproximado de 500 metros.

La secuencia es predominantemente arenosa, pero un importante componente corresponde a fanglomerados, ubicados principalmente en el margen oriental de la estructura. Estas sedimentitas constituyen depósitos con evidencias de poco o ningún transporte de materiales. El afloramiento más característico de los fanglomerados del Grupo Asunción se localiza en el Cerro Perú (Foto 10), en la ciudad de Paraguarí. El cerro con una elevación de

150 m. es constituido principalmente por rocas del tipo fanglomerádicas. Gran parte del perfil del mismo muestra un elevado contenido de bloques y fragmentos de rocas ígneas mesozoicas alteradas, que en algunos casos preservan vestigios de texturas originales. Especialmente en la base se observa un alto contenido de este material ígneo alterado (caolinizado). En el techo un notable aumento de material siliciclástico de proveniencia paleozoica completa el perfil.

En la fase fanglomerádica el diámetro de los clastos es difícil estimar, ya que contiene gran variedad de tamaños, desde gravas hasta bloques, que en algunos casos superan 1 m. La poca redondez de los mismos es evidencia clara de poco o ningún transporte, y la presencia de estratificación acanalada lateral y vertical a los lóbulos fanglomerádicos, indica depósitos en un ambiente de abanicos aluviales asociados a ríos entrelazados, en una morfología local muy abrupta.

Otros afloramientos de las sedimentitas del Grupo Asunción son los del Cerro Palacios, en el camino Yaguarón/Pirayú, aproxima-

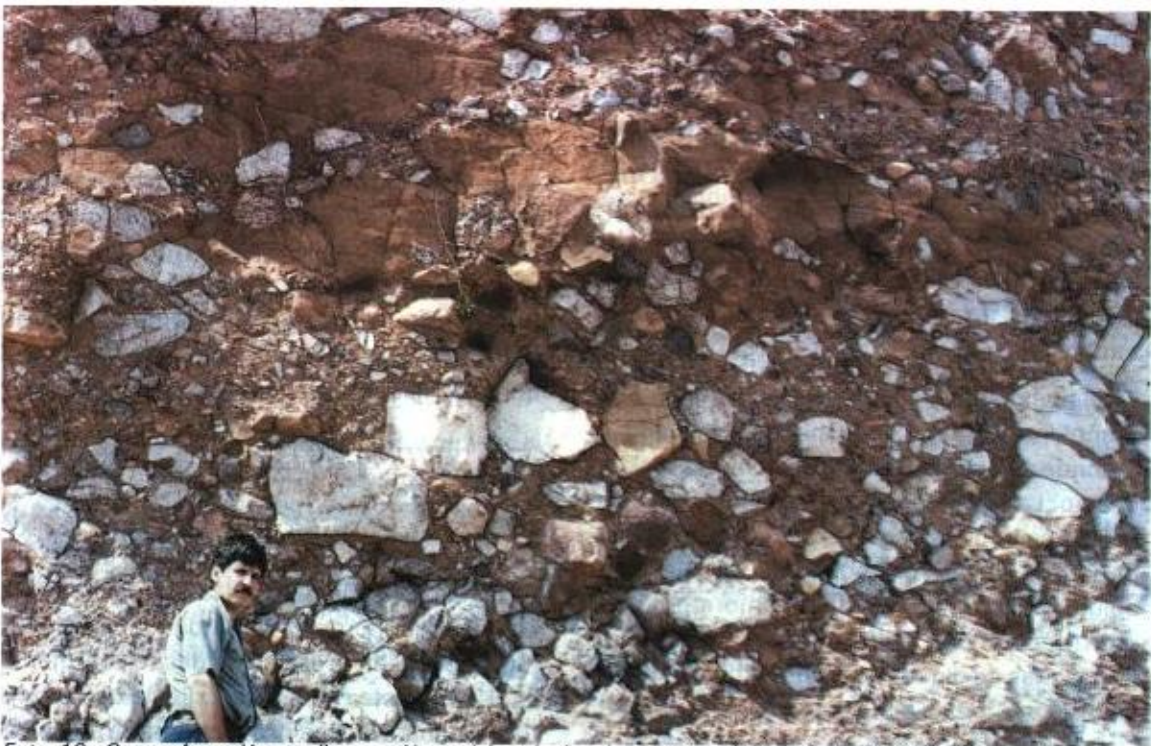


Foto 10: Grupo Asunción, sedimentación caótica de fanglomerados de abanicos aluviales, con clastos, bloques y fragmentos de magmatitas de la Suite Sapucaí, areniscas y conglomerados ordovícicos del Grupo Caacupé y magmatitas de la Suite Caapucú; Cerro Perú, ciudad de Paraguarí.



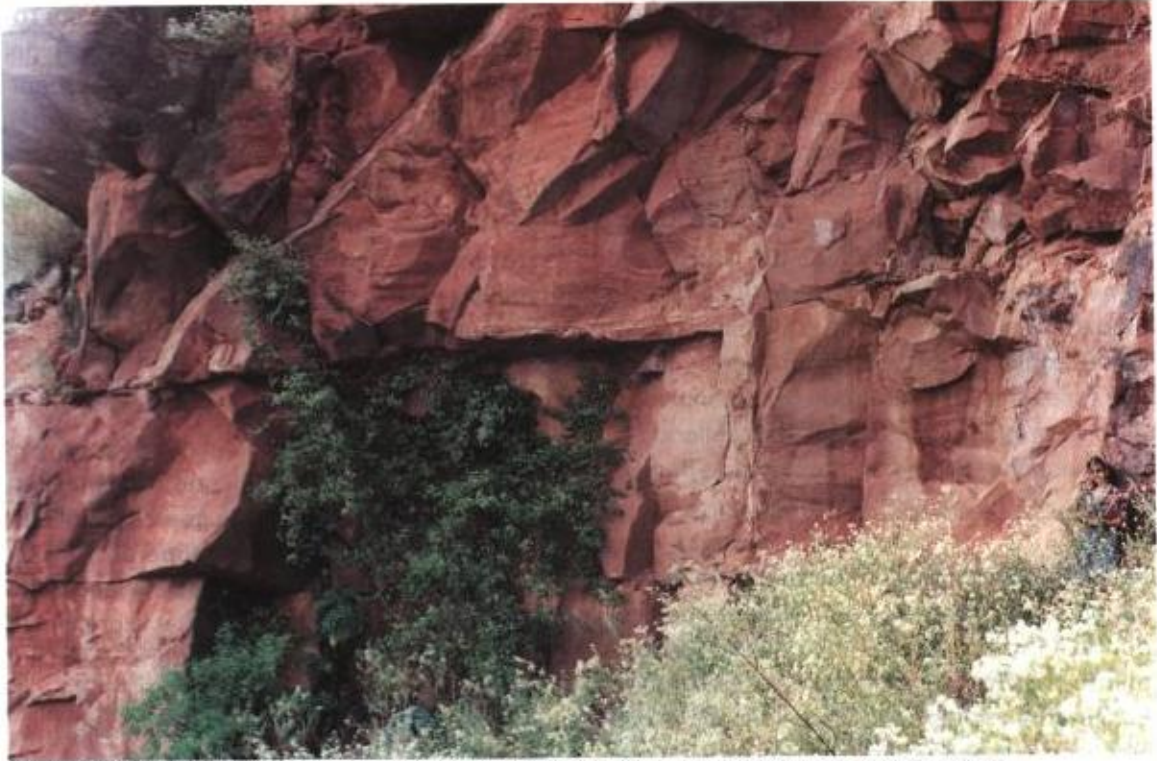


Foto 11: Grupo Asunción, arenisca de granulometría mediana, silicificada y diaclasada, parte media de la unidad de relleno del Semigraben de Asunción; Cerro Yaguarón, ciudad de Yaguarón.

damente 3 a 4 km. antes de llegar al pueblo de Pirayú, también los cerros Curupayty, Ñanduá y Yaguarón. En ellos la sección fanglomerádica muestra poco espesor, compuesto principalmente de areniscas conglomerádicas y restringidas a la base de los mismos. La litología predominante en los perfiles es de areniscas de granulometría media a gruesa. El Cerro Yaguarón (Foto 11) presenta en su perfil norte una intrusión de brecha volcánica, que le confiere a las areniscas resistencia a la erosión. Esta característica también es observada en el Cerro Curupayty.

En el techo esta unidad presenta areniscas de granulometría fina, muy buena selección y redondez en su composición monomineral de cuarzo. La homogeneidad de los minerales de cuarzo componentes de las areniscas es la responsable de la formación de estructuras columnares en las mismas, como efecto de contracción por enfriamiento posterior a intrusiones de diques de magmatitas edad terciaria.

La edad relativa de la depositación de las sedimentitas del Grupo Asunción está marcada con un límite inferior en el magmatismo

mesozoico y con límite superior en el magmatismo cenozoico, considerando la presencia de clastos de magmatitas mesozoicas en las rocas de base e intrusiones de diques y cuerpos mayores de las magmatitas cenozoicas en las areniscas superiores.

El ambiente de depositación de estos sedimentos es típico de este tipo de estructura, en el se desarrollan abanicos aluviales en los bordes abruptos, que se convierten en ríos torrentosos y amplios ríos entrelazados cuando alcanzan las planicies, depositando una unidad granodecreciente desde fanglomerados de bloques, conglomerados hasta areniscas puras.

#### 4.7 SUITE INTRUSIVA ÑEMBY (tn)

La presencia de rocas magmáticas intrusivas alcalinas más jóvenes que las del mesozoico, en los alrededores de la Ciudad de Asunción es conocida en la literatura desde Stormer et al. (1975), este trabajo describe la ocurrencia de nódulos de espinel lherzolitos en lavas basálticas de estas áreas. Bitschene (1987); Bitschene & Báez (1989) analizan la química



de los basaltos y las fonolitas paleógenas de la Provincia Central. Comin-Chiaramonti et al. (1991 b) describe la petrografía y la química de los xenolitos incluidos en estas rocas. La denominación de Ñemby para esta suite es adoptada de Formación Ñemby del Proyecto PAR 83/005 (1986).

Los cuerpos se hallan emplazados en toda la estructura del *Rift* de Asunción, principalmente en el área del Bloque de Asunción y el Valle de Acahay. En el área del Bloque de Asunción perteneciente a esta hoja las intrusiones cenozoicas se presentan en forma de diques alineados, ubicados al sur de la Cordillera de Yaguarón. Mientras que en el Valle de Acahay los cuerpos intrusivos de los cerros Yariguaá (87,80 E/ 49,50 N), Cerrito (96,00 E/ 46,00 N) y Gimenez (96,60 E/ 41,50 N) pertenecen a este evento magmático, se presentan como conos aislados de morfología juvenil.

Las rocas de la Suite Intrusiva Ñemby estaban inicialmente restringidas al área del Bloque de Asunción. Posteriores análisis petrográficos, geoquímicos y geocronológicos extendieron el emplazamiento de estas rocas al Valle de Acahay (Velázquez, 1992; Báez, 1992).

Petrográficamente las rocas de esta suite son del tipo ankaratritas, nefelinitas, fonolitas y fonotefritas. Es típica la presencia en estas rocas de nódulos o xenolitos de lherzolitas-dunitas peridotíticas, lo que indica que el material ígneo es proveniente del manto. Brechas volcánicas de esta misma suite se observan intruyendo las sedimentitas de los cerros Yaguarón y Curupayty. Estas intrusiones confieren a las rocas sedimentarias resistencia a la erosión, permitiendo su preservación en forma de cerros testigos.

Las muestras de fonolitas analizadas químicamente denotan claramente la predominancia de Na<sub>2</sub>O sobre K<sub>2</sub>O y en análisis TAS (álcalis total/SiO<sub>2</sub>), las primeras son perálcalinas, mientras que las segundas dan una relación molar (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,99, lo que las define con tendencia alcalina.

Dataciones realizadas por el método K/Ar en fonolitas traquíticas del Cerro Giménez, ubicado en el Valle de Acahay, dieron una edad de 66,0 (4,6 Ma y valores 87Sr/ 86Sr de Ro = 0,704402 (Velázquez et al., 1992). Otras

dataciones hechas en las rocas de los cerros Ñemby, Lambaré y otros dieron edades en un rango comprendido entre los 60 a 38 Ma por lo que en general estas rocas pertenecen a la fase magmática del Ciclo Tectónico Andino en el Terciario Inferior.

#### 4.8 SEDIMENTOS HETEROGENEOS ALUVIALES Y COLUVIALES ( $q_2$ )

Los sedimentos aluviales y coluviales ocupan gran parte del mapa geológico de la Hoja Paraguari, principalmente circundando áreas elevadas de afloramientos de rocas más antiguas, que se encuentran en forma de depósitos de pie de monte, o como suelos transportados y redepositados en zonas más bajas, en los alrededores de las rocas ígneas del Grupo Caapucú y de las sedimentitas ordovícicas, en todo el área central y sureste del mapa, y también como suelos residuales cubriendo las mismas.

Estos suelos se presentan arenosos, conglomerádicos y en parte hasta arcillosos, dependiendo del tipo de roca meteorizada de proveniencia. Los sedimentos de pie de monte de la base de la Cordillera de los Altos presentan características arenosas, en el extremo noroeste de la hoja, mientras que los suelos redepositados del suroeste de la hoja presentan composición conglomerádica predominante, considerando la gran cantidad de conglomerados y areniscas como rocas de proveniencia, estos suelos son arenoconglomerádicos en casi su totalidad. Los suelos residuales cubriendo las rocas sedimentarias presentan características semejantes a las anteriores, solo en áreas de origen ígneo los suelos se presentan arcillosos y en partes arenosos.

El espesor de estos sedimentos es muy variado, ya que depende principalmente de la topografía, al respecto se han observado espesores de pocos centímetros hasta aproximadamente 20 m.

La ubicación estratigráfica de estos sedimentos, está dada relativamente por la última reactivación tectónica del área y la actualidad, por lo que su edad está marcada a partir del Cuaternario Inferior.



#### 4.9 SEDIMENTOS DE PLANICIE HUMEDA ( $q_1$ )

Los sedimentos de las planicies cubren todas las áreas bajas del cuadrante de la hoja, principalmente en las zonas de influencia de los innumerables arroyos que bañan la zona y la cuenca del Lago Ypoa. Estos suelos son productos de alteración de las rocas circundantes redepositadas como relleno de grandes planicies y como material de colmatación de las redes de drenajes actuales, los primeros son principalmente arcillosos y con alto contenido de materia orgánica y los segundos son mas bien arenosos, por arrastre de los materiales productos de la erosión de las áreas elevadas.

Es difícil estimar el espesor de estos sedimentos, pero pueden considerarse espesores máximos para la cuenca del Lago Ypoa, y el Valle de Acahay, que van pocos centímetros hasta un máximo de 10 m.

### 5 TECTONICA

En la evolución tectónica del área del Paraguay oriental pueden ser considerados, principalmente, cinco eventos tectónicos, de diferenciadas magnitudes y direcciones preferenciales, reactivadas en el transcurso del tiempo geológico. Ramos (1988) define una hipótesis fundamentada en que el magmatismo, el metamorfismo y la estructuración de cuencas son los resultados de la aglomeración de bloques cratónicos durante tiempos geológicos antiguos y reactivadas posteriormente.

1. El Ciclo Tectónico Transamazónico está representado por rocas metamórficas de la Suite Villa Florida, aflorantes al sur del área de esta hoja. Dataciones en circones de anfibolitas arrojaron edades de 2.240 y 2.040 Ma (Lohse, 1990), ubicándolas como pertenecientes a este ciclo tectónico.

2. El Ciclo Tectónico Brasileño (700 - 450 Ma) es el evento formador de la cuenca del Paraná, al este de la zona de colisión de los terrenos asociados, con características de cuenca de antepaís (Ramos, 1988). Si bien las características de la estructuración inicial del basamento de la cuenca es poco conocida, las di-

recciones estructurales dominantes noroeste y noreste controlan la sedimentación subsiguiente a partir del Ordovícico Superior al Devónico. Esta edad ordovícica de la sedimentación inicial de la cuenca es determinada relativamente, tomando como base las dataciones de las magmatitas de la Suite Magmática Caapucu ( $531 \pm 5$  Ma; Cubas et al., 1997) y las determinaciones paleontológicas del Grupo Itacurubi en el Llandoveryano. Este ciclo es evidenciado en el cuadrante de la hoja, por la presencia de rocas metasedimentarias del Grupo Paso Pindó, como pertenecientes a la fase sedimentaria del ciclo, posteriormente metamorfizadas y plegadas por metamorfismo regional y local, por efecto de intrusiones de rocas magmáticas, en el rango de granitos y riolitas de la Suite Magmática Caapucú.

3. A partir del Carbonífero Inferior un endomamiento del área de sedimentación de la cuenca por compresión, como efecto del colado de los terrenos patagónicos en el margen sureste de Gondwana (Ramos, 1988) sería el causante del largo hiatus en la sedimentación de la cuenca. Este hiatus es atribuido a la Orogénesis Eohercyniana (López Gamundi & Rosello, 1993), y evidenciado por la discordancia entre las secuencias Ordovícica/Silúrica y Devónica con la Permocarbonífera. El efecto lateral local a este endomamiento regional de la cuenca es probablemente la subsidencia inicial en etapa embrionaria del *Rift* de Asunción, en el área del Valle de Acahay. Esta etapa es evidenciada por la presencia de relativos espesores de sedimentos permocarboníferos en el área del Valle de Acahay.

4. El Ciclo Tectónico Sudatlántico reestructura la cuenca del Paraná, a partir del Triásico (Putzer, 1962), como parte de esta estructuración la evolución del *Rift* de Asunción (DeGraff & Orue, 1984), en el margen occidental de la cuenca es la evidencia de la actividad tectónica en el área. Este evento tectónico es consecuencia de la apertura del Atlántico Sur, en un sistema distensional de fallas normales con desplazamiento diferenciado de sus bloques componentes, con una di-



rección general noroeste - sureste.

En el cuadrante de la hoja y como parte del *Rift* de Asunción se extiende con dirección NW el graben del Valle de Acahay y con dirección NNW el graben del Bloque de Asunción. La dirección del graben del Valle Acahay controla la sedimentación de edad sintectónica de la Formación Ybytymí, en el seno del mismo, como parte de la fase sedimentaria del ciclo, también el derrame de los basaltos básicos alcalinos sobreyaciendo en parte a la sedimentación, y la intrusión de *stocks* y diques, estos últimos como eventos de la fase magmática del ciclo. Mientras que la dirección del graben del Bloque de Asunción controla la sedimentación de los sedimentos del Grupo Asunción.

5. El Ciclo Tectónico Andino en el Paleógeno reactiva la estructuración anterior del Rift de Asunción, dándole su actual morfología. La reactivación profunda de las estructuras existentes y la formación de nuevas direcciones, permite el emplazamiento de magmatitas alcalinas de edad terciaria en forma de *stocks* y diques en la estructura tectónica general. Estos cuerpos intrusivos son bien conocidos en el área del Bloque de Asunción, principalmen-

te en los alrededores de la Ciudad de Asunción, aunque algunos *stocks* y diques han sido definidos y otros asociados petrográficamente a este evento tectónico, en el área correspondiente al cuadrante de esta hoja.

La tectónica actuante en el área es evidenciada por el contraste en las direcciones de depositación de la sedimentación paleozoica de la cuenca regional y la sedimentación mesozoica en el seno del *rift*. Este contraste es principalmente constatado en la sucesión cronológica en dirección al este de la sedimentación *pre-rift* de las rocas ordovícicas, silúricas, devónicas, carboníferas y pérmicas, observada en la hombrera norte de la estructura, con respecto a la yacencia en dirección opuesta hacia el oeste de los sedimentos de la Formación Ybytymí y los basaltos posteriores, ambos en el seno de la estructura y de edad *sin-rift* (Fig. 7).

El elemento tectónico principal de la Hoja Paraguarí, al igual que la hoja contigua de San José, es el *Rift* de Asunción, y como parte de el los graben de Acahay y Asunción. El Graben de Acahay corresponde al extremo inicial de la estructura general del *rift*. El origen del

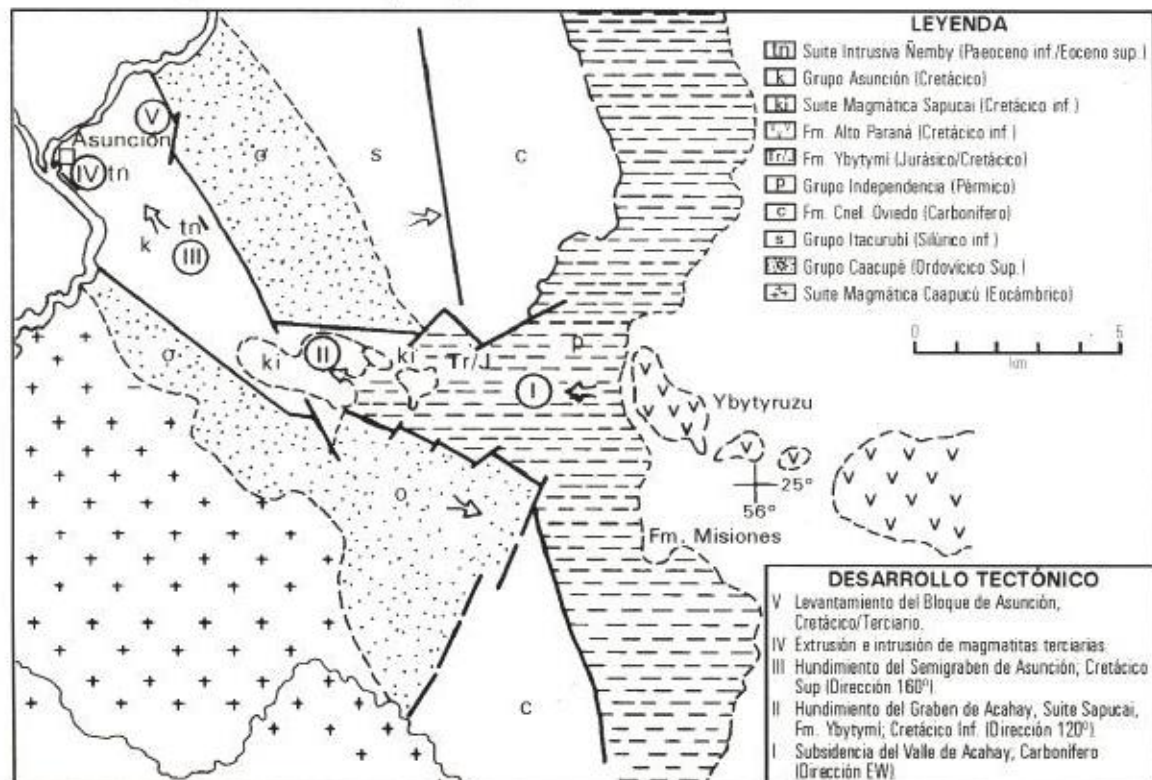


Fig. 7: Bosquejo tectónico del centro-oeste de Paraguay oriental.



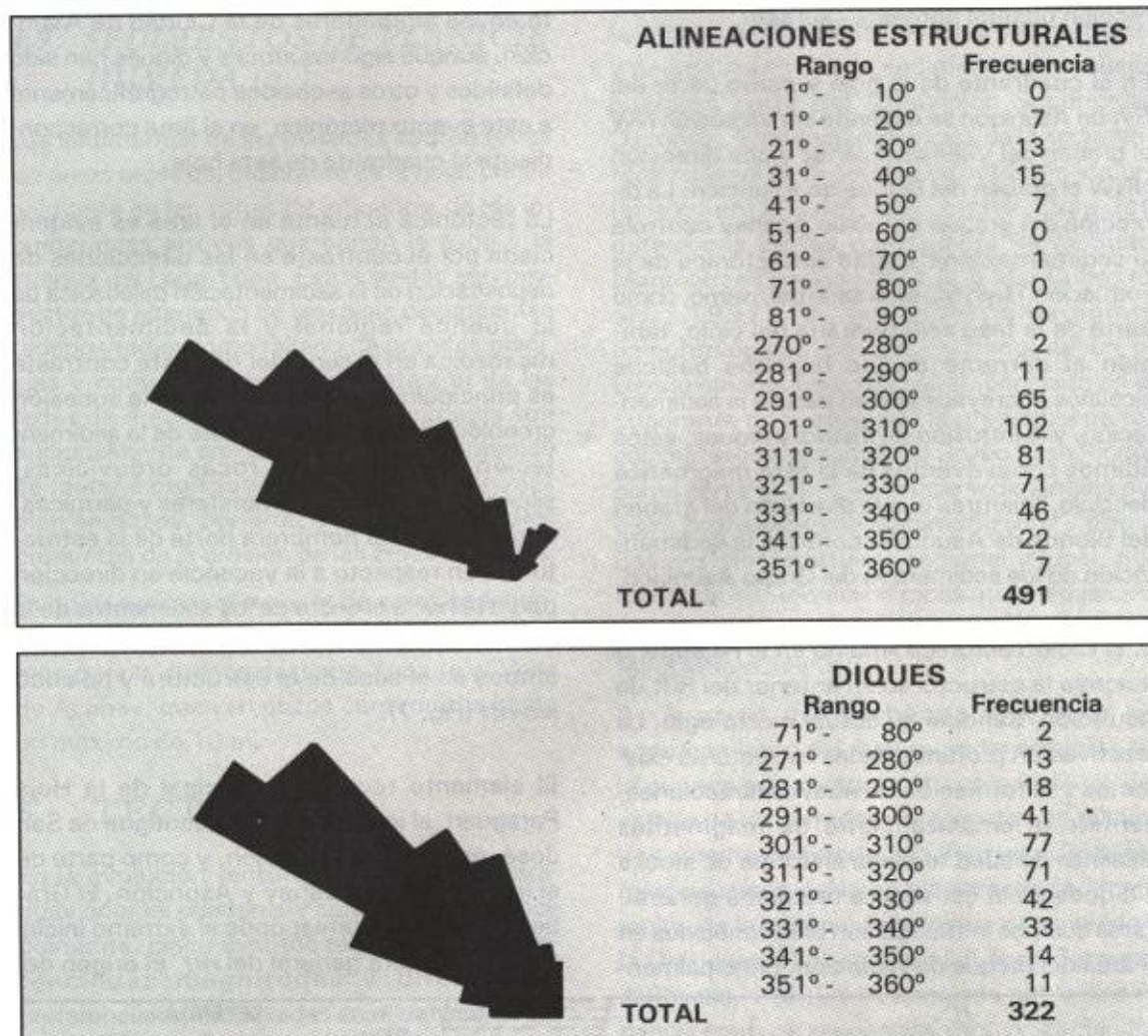


Fig. 8: Análisis estructural del Rift de Asunción, alineaciones y diques.

graben es atribuido a un sistema tectónico distensional intracontinental, de dirección local preferencial noroeste-sureste, de fallas normales y dislocamiento diferenciado de sus bloques componentes. Este dislocamiento diferenciado puede ser observado en un corte transversal del graben, donde puede constatarse que los bloques al sur de la Serranía de Ybytymí (Hoja San José) se hallan sucesivamente más profundos con respecto a ella (ver perfil A-B). El rechazo más pronunciado en el lado sur del graben es debido probablemente a la estabilidad de la Serranía de Cordillerita, ubicada en la hoja contigua este, por su cercanía al Subcratón del Río Tebicuary.

El rechazo de las fallas normales en el seno del graben puede ser estimado en su valor mínimo, si se considera que la sedimentación de la secuencia permocarbonífera tuvo lugar en un área de subsidencia inicial precarbonífera.

Este valor mínimo puede ser calculado considerando los grandes espesores de basaltos en el seno del graben, y principalmente teniendo en cuenta los 500 m. de rocas del basamento y las sedimentitas ordovícicas de la Serranía de Cordillerita, con respecto a rocas pérmicas expuestas en el perfil de la Serranía de Ybytymí (Hoja de San José; González et al., 1996), y unos 10 m. más de estas últimas rocas registradas en el pozo RD-12 (19,70 E/52,10 N, Hoja San José), este valor alcanza aproximadamente 570 m.

El dislocamiento más pronunciado de los diferentes bloques componentes de la estructura general del Rift de Asunción es en dirección este a oeste, con una apertura inicial de direcciones comprendidas en el rango de 120° a 130° y sus direcciones conjugadas de 20° a 30° para el área del Valle de Acahay (Fig. 8). Este juego de direcciones es bien observado



regionalmente en áreas adyacentes a este mapa, por ejemplo, en los contactos entre los grupos Caacupé, Itacurubí y Coronel Oviedo al este del cuadrante, y un alineamiento al este de la intrusión de Acahay, cortando sedimentitas ordovícicas. Otro juego de fallamientos comprende las direcciones en el rango 170°-180°/ 60°-70° (Fig. 8). Estas direcciones pertenecientes a un segundo pulso en el tectonismo, afecta principalmente el área al oeste de la estructura general del rift, configurando el área del Graben del Bloque de Asunción. Estas direcciones también están presentes en el Valle de Acahay pero de manera subordinada a la dirección principal inicial.

El denominado Graben del Bloque de Asunción, se extiende a partir de la estructura inicial del *rift* como un brazo de un punto triple, con dirección preferencial en el rango comprendido entre los 170° a 180° y sus conjugadas 60° a 70°. Esta estructura tiene características de semigraben de fallas normales y lístricas, que presenta su lado de mayor desplazamiento en el borde suroeste del mismo (Fig. 7). Este desplazamiento es evidenciado por la presencia de rocas del basamento en el borde noreste de la estructura, en la Cordillera de Yaguarón (78,75 E/ 73,50 N), y por la depositación de fanglomerados y conglomerados, acomodados sobre los bloques desplazados en este mismo borde.

El semigraben ha sido rellenado por sedimentación pos-magmatismo mesozoico, esto por la presencia de clastos del mismo en esta sedimentación. La presencia de clastos alcalinos cretácicos en la sedimentación lleva a la estructuración del semigraben, a una época posterior a la del Valle de Acahay, o sea a un segundo pulso tectónico, que culmina con la fase magmática en el Terciario Inferior, con el levantamiento areal relativo del Bloque de Asunción.

Considerando la estructuración general del *Rift* de Asunción se puede concluir que evolutivamente presenta tres etapas:

- 1 Una subsidencia en el área del Valle de Acahay, de direcciones con tendencia

este-oeste no muy claras por las reactivaciones posteriores, en épocas carboníferas, que permite una lengua de sedimentación local de la secuencia permocarbonífera.

- 2 La conformación del Graben de Acahay, con direcciones noroeste, con una fase sedimentaria en la Formación Ybytymí y una fase magmática extrusiva inicial e intrusiva final con la Suite Mágmatca Sapucaí.
- 3 Y como último evento la estructuración del Semigraben del Bloque de Asunción, con una fase sedimentaria en el Grupo de Asunción y una fase magmática en la intrusión de las rocas alcalinas la Suite Intrusiva Ñemby.

## 6 GEOLOGIA HISTORICA

La historia geológica y tectónica de la Cuenca del Paraná en el Paraguay oriental, puede ser definida como constituida por tres grandes secuencias de sedimentación, asociadas a ciclos tectónicos, algunos de ellos acompañados con magmatismo. Estos ciclos tectónicos modifican las condiciones ambientales de la cuenca regional o localmente y controlan la sedimentación subsecuente. Dos de estas unidades sedimentarias se desarrollan en el Paleozoico y una tercera en el Mesozoico.

El Ciclo tectónico Brasileño es el evento formador de la Cuenca del Paraná. Este ciclo presenta una fase sedimentaria inicial, correspondiente a las sedimentitas del Grupo Paso Pindó, seguida de una fase tectónica propiamente dicha y una fase magmática, en las rocas ígneas ácidas de la Suite Mágmatca Caapucú. La tectónica junto al emplazamiento de magmáticas postectónica pliega y metamorfiza las rocas sedimentarias iniciales, condicionando el basamento para la sedimentación subsecuente a partir del Ordovícico Superior al Devónico, como la primera secuencia sedimentaria de esta cuenca. El material sedimentario depositado en la cuenca recién formada provendría de rocas metamórficas antiguas, y de las metasedimentitas y magmatitas, de este ciclo tectónico formador de la cuenca.



La sedimentación de la primera secuencia, se inicia con un conglomerado basal en las márgenes del subcratón, en un ambiente fuertemente estructurado, como depósitos de abanicos aluviales, que lateral y horizontalmente se asocian a areniscas arcósicas y conglomerádicas y posteriormente areniscas de depósitos deltaicos, en un ambiente marino transgresivo. Esta transgresión llega a un punto de máxima inundación depositando arcillitas y areniscas finas laminadas en tiempos llandoveryanos, y en la etapa regresiva sedimenta areniscas con gradación invertida hasta areniscas de granulometría muy gruesa en el techo.

La sedimentación de la primera secuencia es interrumpida por un evento tectónico posdevónico, que reestructura la cuenca en el Carbonífero Inferior a Medio, permitiendo una amplia erosión de la sedimentación existente, reanudándose la sedimentación en la cuenca a partir del Carbonífero Superior al Pérmico Superior y en discordancia erosiva sobre las sedimentitas de la secuencia inferior, esta como la segunda secuencia sedimentaria. La secuencia permocarbonífera se deposita con características muy variadas, en un ambiente inicialmente fluvio-glacial a costero en condiciones transgresivas y finalmente regresivas, es constituida por una sucesión clástica de conglomerados, areniscas, areniscas conglomerádicas, areniscas calcáreas, siltitas hasta arcillitas, y con presencia de madera petrificada, en algunos locales.

El resultado de la tectónica actuante en épocas posdevónica en el área específica de este trabajo, es evidenciado por una subsidencia local, que puede ser atribuida a la etapa inicial o embrionaria del Rift de Asunción, con una dirección general no muy clara este-oeste, específicamente en el área del actual Graben de Acahay. Esta subsidencia local controla la depositación de la secuencia permocarbonífera con características litológicas semejantes a la sedimentación de la la cuenca regional, lo que indica que la subsidencia presenta condiciones incipientes.

La segunda secuencia de sedimentación es interrumpida, localmente por efectos de la tectónica del Ciclo Sudatlántico, que a partir del Triásico, como resultante de la apertura del Atlántico sur. Esta tectónica de características extensionales reactiva la ya incipiente estructura del *Rift* de Asunción, y forma el Graben de Acahay, en el área de subsidencia inicial. El Graben de Acahay en su fase de hundimiento sirve de seno a la depositación de sedimentos de edad sintectónica de la Formación Ybytymí, en direcciones preferenciales de la estructura y como sedimentación local de la tercera secuencia durante el Mesozoico. Este ciclo tectónico presenta una fase magmática extrusiva inicialmente de basaltos alcalinos e intrusiva de conos y diques alcalinos a lo largo de estructura del *rift*.

La sedimentación de esta tercera secuencia está constituida por rocas clásticas gruesas de ambiente fluvial, que presenta gradación invertida de areniscas, areniscas conglomerádicas y conglomerados en el techo, debido al acompañamiento de la evolución de la estructura. Estas sedimentitas denominadas Formación Ybytymí se encuentra en gran parte cubierta por los derrames basálticos y posteriormente ambos intruidos por stocks y diques de las rocas de la fase intrusiva de la misma suite. Esta secuencia presenta sedimentación clásticas y magmatismo, debido a que corresponde a una típica evolución del graben activo de un *rift*.

El *Rift* de Asunción se proyecta en dirección diferenciada al oeste del Graben de Acahay, formando un semigraben en el área del Bloque de Asunción (Fig. 7), con su fase sedimentaria de conglomerados y areniscas del Grupo Asunción. Esta sedimentación culmina con la fase magmática, asociada al Ciclo Andino, esta afecta el área reactivando estructuras antiguas, emplazando stocks y diques pertenecientes a la Suite Intrusiva Ñemby, en toda el área del *rift*, confiriéndole al área la morfología actual. Esta morfología es modelada por erosión y redepositada en los valles como sedimentación subsecuente hasta la actualidad.



## 7 GEOLOGIA ECONOMICA

El conocimiento de los recursos económicos del área abarcado por la Hoja Paraguari se restringe casi exclusivamente a canteras de diversos tamaños, desde pequeñas canteras caseras para la explotación de piedra bruta, hasta canteras a mediana escala, para la industrialización de materia prima para la construcción, vidrios, etc.

Análisis económico sistemático del potencial mineral de las rocas de la región oriental del Paraguay en esta área, se ha realizado principalmente en rocas alcalinas (Anschutz Co., 1976/ 1983). El Proyecto PAR 83/005 recopiló datos y elaboró un mapa metalogénico. Este mapeamiento lleva posteriormente a la realización de trabajos específicos, principalmente en el área de los no-metálicos y rocas de aplicación al ámbito de la construcción

### Materiales de Construcción

**Ripio:** Los conglomerados de la Formación Paraguari tienen su aplicación en obras de mejoramiento de caminos (terraplenado). También son explotados como material en construcciones civiles, especialmente ornamentales en revestimientos de paredes y pisos y en algunos casos como mezcla de hormigón. La gravilla tiene su aplicación como filtro de agua en pozos de explotación, también como revestimiento de la pared de pozos de agua subterránea.

**Piedra Bruta:** Las numerosas intrusiones de rocas ígneas son explotadas para construcción de caminos, para empedrados de calles, y también como piedra triturada para la mezcla de hormigón (Soto Ruguá, ver Anexo).

**Arenas:** En acumulaciones en áreas de drenaje circundantes a los afloramientos de las areniscas de los grupos Caacupé y Asunción

**Areniscas:** Las areniscas son aprovechadas principalmente como material de construcción. En el área que corresponde a la Hoja Paraguari su explotación es relativa, por ejemplo, en los alrededores de las ciudades de Paraguari, Caacupé, Nueva Italia (ver Anexo), en ellos se explotan areniscas como piedra bruta para la construcción y en algunos locales como piedra laja, para revestimientos de paredes y pisos.

**Arcillas:** Material arcilloso para la industria cerámica son obtenidos de los horizontes caolínicos del Grupo Caacupé (arroyo Servín en el flanco este de la Cordillera de Yaguarón y niveles caolínicos en parte media del Grupo Caacupé). Arcillas como material para la construcción y fabricación de cerámica rústica, se extraen en áreas bajas, de sedimentos cuaternarios. Estas son obtenidas en innumerables olerías.

**Arena para vidrio:** Las características de friabilidad y pureza de las areniscas del techo del Grupo Caacupé o Formación Tobatí, favorecen la industrialización de estas arenas para la fabricación de vidrios, aunque no son conocidas explotaciones en el área de la hoja su prospección sería factible en un área restringida a los afloramientos de las unidades mencionadas.

**Puzolana:** Son conocidos depósitos lenticulares puzolánicos, en pequeñas labores en el valle del arroyo Caañabe, trabajos de prospección en otras áreas definirán su extensión y el aprovechamiento económico de los mismos.



N° de Registro	Distrito	Ubicación	Distancia desde Asunción	Tipo de Material	Producción Anual	Propietario del Terreno	Geología	Altitud	Ubicación general aproximada
116	Paraguari	Soto Ruguá	68 Kms.	Roca ígnea (essexita)	600 Tn.	Bonifacio Irala Amarilla	Suite Magmática Sapucaí	150	89,60/ 68,10
117	Esobar	Mbocayaty	75 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	450 Tn.	Federico Otto Smith	Grupo Caacupé	200	90,00/ 68,00
118	Piribebuy	Chololó (Ybyraty)	90 Kms.	Caolín	6 Tn.	Carlos Castillo	Grupo Caacupé	300	93,00/ 71,00
119	Paraguari	Compañía Soto Ruguá	70 kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	4.800 metros lineales	Mario Guerrero	Grupo Caacupé	230	90,00/ 68,00
120	Esobar	Compañía Mbopicuá	75 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	1.000 Tn.	Martín Torres	Grupo Caacupé	120	95,00/ 66,00
121	Paraguari	Compañía Soto Ruguá	70 Kms.	Roca ígnea (essexita)	600 Tn.	Carmelo Fariás	Suite Magmática Sapucaí	180	89,60/ 68,10
122	Esobar	Mbocayaty	78 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	400 Tn.	Migdonio Fleitas	Grupo Caacupé	190	93,00/ 68,00
123	Esobar	Mbocayaty	77 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	450 Tn.	Miguel Ángel Fernández	Grupo Caacupé	180	93,00/ 68,00
124	Esobar	Mbocayaty	78 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	400 Tn.	Heraclio Velázquez	Grupo Caacupé	180	93,00/ 68,00
125	Esobar	Mbocayaty	79 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	400 Tn.	Celerino Miltos	Grupo Caacupé	180	93,00/ 68,00
126	Piribebuy	Chololó	91 Kms.	Caolín	5 Tn.	Bernardo Lamas	Grupo Caacupé	290	93,00/ 71,00
127	Piribebuy	Chololó	92 Kms.	Caolín	10 Tn.	Fidelino Cáceres	Grupo Caacupé	290	93,00/ 71,00
128	Paraguari	Compañía Soto Ruguá	71 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	600 Tn.	Juana Esteche de Fanego	Grupo Caacupé	220	90,00/ 68,00
129	Paraguari	Compañía Soto Ruguá	71 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	500 Tn.	José Félix Cantero	Grupo Caacupé	230	90,00/ 68,00
130	Paraguari	Compañía Soto Ruguá	71 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	500 Tn.	Victor Campuzano	Grupo Caacupé	240	90,00/ 68,00
131	Paraguari	Compañía Soto Ruguá	72 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	450 Tn.	Guillermo Céspedes	Grupo Caacupé	230	90,00/ 68,00
132	Paraguari	Compañía Soto Ruguá	72 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	600 Tn.	Cándido Osorio	Grupo Caacupé	240	90,00/ 68,00
133	Esobar	Mbocayaty	75 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	900 Tn.	Filmon Sanabria	Grupo Caacupé	200	95,00/ 66,00
134	Esobar	Mbocayaty	75 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	750 Tn.	Luis Mayans Torres	Grupo Caacupé	200	95,00/ 66,00
135	Esobar	Mbocayaty	76 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	800 Tn.	Carlos Enrique Morales	Grupo Caacupé	190	95,00/ 66,00
136	Esobar	Mbocayaty	75 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	800 Tn.	Félix Paniagua	Grupo Caacupé	200	95,00/ 66,00
137	Esobar	Mbocayaty	77 Kms.	Roca sedimentaria (arenisca)	900 Tn.	Carlos Troche	Grupo Caacupé	200	95,00/ 66,00

Referencia: Departamento de Explotación de Rocas, Censo de canteras



**ANONIMO** (1966):

Cuadrícula 40 Itá y Cuadrícula 41 Coronel Oviedo, Plan de Prospección Geológica y Mineral. Dirección de Recursos Minerales MOPC, 50 p. Asunción.

**BÁEZ, P.J.** (1992):

Geología da folha 5569-III, La Colmena, Paraguay oriental.- Diss. maestr.; Universidade de Sao Paulo - Instituto de Geociencias, 205 p. São Paulo.

**BARTEL, W.** (1994):

Strukturell-sedimentäre Entwicklung des Blocks von Asunción, Paraguay, Diss. Diplom.; Tech. Univ., 171 p. Clausthal.

**BITSCHENE, P.R.** (1987):

Mesozoischer und känozoischer anorogener Magmatismus in Ostparaguay: Arbeiten zur Geologie und Petrologie zweier Alkaliprovinsen.- Diss., Nat. Math. Fak., Univ. Heidelberg, 318 p.. Heidelberg.

**BITSCHENE, P.R. & BAEZ, P.J.** (1989):

The Asunción alkaline province (eastern Paraguay): Geologic setting and petrogenetic aspects.- Zbl. Geol. Pal., Teil, H. 5/6, 959-971. Stuttgart.

**BITSCHENE, P.R. & LIPPOLT, H.J.** (1984):

Geologie der Cordillera des Ybytyruzú in Ostparaguay: Ein mesozoischer Alkali-Intrusiv-Komplex am Westrand des Parana-beckens. Lat. Amer. Koll. Marburg, Tag., Heft, 9/10: 33-44. Marburg.

**BITSCHENE, P.R. & LIPPOLT, H.J.** (1986):

Acid magmatites of the Brasiliano Cycle in East Paraguay, - Zbl. Geol. Paläont. Teil I, 9/10: 1457-1468. Stuttgart.

**CIGUEL, J.H.** (1988):

Tentaculites itacurubiensis n.sp., dos depósitos regresivos do Paraguay oriental, siluriano inferior da bacia do Paraná.- Rev. Bras. Geoc., 18 (1), 86-92. São Paulo.

**CIGUEL, J.H., ROESLER, O. & CASTILLO, A.M.** (1987):

Skolithus ayalis n.sp da formação Eusebio Ayala (Grupo Itacurubí, borda occidental da bacia do Paraná no Paraguay) e sua importancia no ambiente deposicional.- Contr. Projeto Nr. 193, Sil.- Dev. Am.

Lat., X Congr. Bras. Pal., 253 - 269. Rio de Janeiro.

**COMIN-CHIARAMONTI, P., CAPALDI, G., CENSI, P., CUNDARI, A., DE MIN, A., GOMES, C.B., ORUE, D., PETRINI, R., PICCIRILLO, E.M. & VELAZQUEZ, V.F.** (1991a):

Geoquímica dos complexos alcalinos potássicos do Paraguai centro-oriental.- 3º Congr. Bras. Geol./1º Congr. Geol. PLOP Resumos, 100 - 108. São Paulo.

**COMIN-CHIARAMONTI, P., CENSI, P., CUNDARI, A. & GOMES, C.B.** (1992):

A silico-beforsitic flow from the Sapucaí Complex (Central-Eastern Paraguay) Geochim. Brasil., 6:87-91. São Paulo.

**COMIN-CHIARAMONTI, P., CIVETTA, L., PETRINI, R., PICCIRILLO, E.M., BELLINI, G., CENSI, P., BITSCHENE, P.R., DEMARCHI, G., DE MIN, A., GOMES, C.B., CASTILLO, A.M.C. & VELAZQUEZ, J.C.** (1991b):

Tertiary nephelinitic magmatism in Eastern Paraguay: Petrology, Sr-Nd isotopes and genetic relationships with associated spinel-peridotite xenoliths.- Eur. Mineral., 3: 507-525. São Paulo.

**COMIN-CHIARAMONTI, P., CUNDARI, A., CENSI, P., GOMES, C.B., PICCIRILLO, E.M., BELLINI, G., DE MIN, A., ORUE, D. & VELAZQUEZ, V.F.** (1991c):

Mesozoic dyke swarm in the Sapucaí Graben (Central-eastern Paraguay). International Symposium on Mafic Dykes, São Paulo - Brasil, Expanded Abstracts, 125-132. São Paulo.

**COMIN-CHIARAMONTI, P., CUNDARI, A., GOMES, C.B., PICCIRILLO, E.M., BELLINI, G., VELAZQUEZ, V.F. & DE MIN, A.** (1991d):

Potassic dykes from Central Paraguay. Terra, 3: 25. São Paulo.

**COMIN-CHIARAMONTI, P., CUNDARI, A., GOMES, C.B., PICCIRILLO, E.M., BELLINI, G., CENSI, P., ORUE, D. & VELAZQUEZ, V.F.** (1990):

Mineral chemistry and its genetic significance of major and accessory minerals from a potassic dyke swarm in the Sapucaí graben, central-eastern Paraguay. Geochim. Brasil., 4: 175-206. São Paulo.



- COMIN-CHIARAMONTI, P., GOMES, C.B., CENSI, P., DE MIN, A., ROTOLO, S.G. & VELAZQUEZ, V.F. (1993):** Geoquímica do magmatismo pós-paleozoico no Paraguai centro-oriental.- *Geochim. Brasil*, 7: 19-34.
- COMTE, D. & HASUI, Y. (1971):** Geochronology of Eastern Paraguay by the potassium-argon method.- *Rev. Bras. Geoc.*, Vol. 1, 33-43. São Paulo.
- CUBAS, N., GARCETE, A. & MEINHOLD, K.D. (1997):** Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5468 Villa Florida, MOPC - BGR, 1 mapa. Asunción
- DeGRAFF, J.M. & ORUE, D. (1984):** Proyecto tectónico del Paraguay sur-oriental. Informe de progreso.- *Dindusmil - University of Purdue*.
- DYCK, M. (1991):** Stratigraphisch-faunistischer Vergleich des Ordoviziums und Silurs in Ostparaguay mit Nordargentinien und Südbolivien.- *Univ. Hannover, Geol. Pal.*, Diss., 263 p., y tomo de mapas. Hannover.
- ECKEL, E.B. (1959):** Geology and mineral resources of Paraguay. A reconnaissance.- *United States Geological Survey, Prof. Paper 327*, 110 p. Washington.
- ENGLER, T. (1991):** Petrographische und geochronologische Arbeiten im Ostteil des Rio Tebicuary-Kratons in Südost-Paraguay; Diplom-Diss., Univ. Heidelberg.
- ESCOBAR, A. (1978):** Contribución al conocimiento de los invertebrados marinos de la lutita Vargas Peña (Silúrico inferior de las zonas de Ypacarai e Itaguá, Paraguay oriental).- *Universidad Nacional de Asunción, Instituto de Ciencias Básicas*, 55 p. Asunción.
- ESCOBAR, A. (1987):** Estado actual del conocimiento del Silúrico-Devónico en el Paraguay.- *Inf. Cient.*, Vol. 5, N° 1, Universidad Nacional de Asunción, Instituto de Ciencias Básicas, 34-45. San Lorenzo.
- GOMES, C.B., COMIN-CHIARAMONTI, P., de MIN, A., MELFI, A.J., BELLEINI, G., ERNESTO, M., CASTILLO, A.M.C. y VELAZQUEZ, V.F. (1989):** Atividade filoniana associada ao complexo alcalino de Sapucaí, Paraguai oriental. *Geochim. Brasil*, 3:93-114. São Paulo.
- GOMEZ, D. (1991):** Consideraciones morfoestructurales y Estratigráficas de la Antiforma de Asunción y su relación con la Exploración de Aguas Subterráneas, Simposio sobre aguas subterráneas y perforación de pozos en el Paraguay, 131-140. Asunción.
- GONZALEZ, M. E., BARTEL, W., LAHNER, L., MUFF, R. & WIENS, F. (1996):** Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5569 San José, MOPC - BGR, 1 mapa. Asunción.
- GONZALEZ, M.E., WIENS, F. & MUFF, R. (1994):** Estratigrafía del Paleozoico inferior en el Bloque Cordillera, Paraguay oriental.- 5ª Reunión Argentina de Sedimentología, Vol. 1, 247-252. Tucumán.
- HARRINGTON, H.J. (1950):** Geología del Paraguay oriental.- *Contr. Cient.*, tomo 1, serie E: Geología, Univ. Buenos Aires, Fac. Cienc. Exac., 89 p. Buenos Aires.
- HARRINGTON, H.J. (1956):** Paraguay In: *Handbook of South American Geology*. *Geol. Soc. Am., Mem.* 65, 99 - 114 p. Washington.
- HARRINGTON, H.J. (1972):** Silurian of Paraguay.- In: *Correlation of South American Silurian rocks*.- *Geol. Soc. Am., Special paper*, 133, 41-50. Boulder.
- HIBSCH, J.E. (1891):** Einige Gesteine aus Paraguay.- *Tscherm. Mineral.- Petrogr. Mitt.*, Neue Folge 12, 253-255. Wien.
- KANZLER, A. (1987):** Southern Precambrian in Paraguay. Geological inventory age relations.- *Zbl. Geol. Paläont. Teil 1, H. 7/8*, 753-765. Stuttgart.



- LIVIERES, R. & QUADE, H. (1987):** Distribución regional y asentamiento tectónico de los complejos alcalinos del Paraguay.- *Zbl. Geol. Paläont., Teil, 7/8:* 791-805. Stuttgart.
- LOHSE, B. (1990):** Petrographische und geochronologische Erkenntnisse über den Westteil des Tebicuary Kratons in Südostparaguay.- *Diplomarbeit Univ. Heidelberg, 103 p.* Heidelberg.
- LOPEZ-GAMUNDI, O.R. & ROSELLO, E.A. (1993):** Devonian-Carboniferous unconformity in Argentina and its relation to the Eohercynian orogeny in southern America.- *Geol. Rundschau, Vol. 82,* 136-147. Stuttgart.
- LÓPEZ, O., GONZALEZ, E., DE LLAMAS, E., GARCIA, S., RÍOS, E. (1995):** Mapa de Reconocimiento de suelos de la Región oriental - Proyecto de racionalización del uso de la tierra, Gobierno del Paraguay/ Banco Mundial/ Gobierno del Japón/ DMA. Servicio Geodésico Interamericano. 1 mapa; Asunción
- MILCH, L. (1895):** Über Gesteine aus Paraguay. *Tschermaks Mineral.- Petrogr. Mitt., neue Folge 14,* 383-394. Wien.
- ORUE, D. (1996):** Síntese da geología do Paraguay oriental, com ênfase para o magmatismo alcalino associado.- *Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociencias, 163 p.* São Paulo.
- PALMIERI, J.H. (1973):** El complejo alcalino potásico de Sapucaí (Paraguay oriental) Ph.D. Thesis, Universidad de Salamanca, 298 p. Salamanca.
- PROYECTO PAR 83/005 (1986):** Mapa Geológico del Paraguay 1:1 000 000, PNUD - MDN, 1 mapa y texto explicativo. Asunción.
- PUTZER, H. (1962):** Die Geologie von Paraguay.- *Beiträge Reg. Geol. der Erde, Bd. 2,* 183 p. Berlin.
- RAMOS, V. (1988):** Late Proterozoic-Early Paleozoic of South America - a Collisional History.- *Episodes, Vol. 11, N° 3,* 168-174.
- SÖLLNER, F., LAMMERER, B., WEDE-DIEFENBACH, K., HANSEN, B.T. (1997):** The Brasiliano Orogenesis: Age Determinations (Rb-Sr and V-Pb) in the Coastal Mountain Region of Espírito Santo, Brazil. *Zbl. Geol. Paläont. Teil 1, 7/8:* 729/741, Stuttgart.
- SONOKI, I.K. & GARDA, G.M. (1988):** Idades K-Ar de rochas alcalinas do Brasil meridional e Paraguai oriental: compilação e adaptação as normas constantes de decaimento. -*Bol. IG-USP, Ser. Cient., Vol. 19,* 63-85. São Paulo.
- SPINZI, A.M. (1983):** Consideraciones sobre una formación de conglomerados en Areguá y alrededores. -*Informes Científicos, ICB - UNA. Vol. 4,* 15 p. Asunción.
- STORMER, J.C., GOMES, C.B. & TORQUATO, J.R.F. (1975):** Spinel Iherzolite nodules in basanite lavas from Asunción, Paraguay.- *Rev. Bras. Geoc., Vol. 5, N° 3,* 176-185. São Paulo.
- THE ANSCHUTZ Co. (1981):** Geological map of eastern Paraguay 1:500 000 - TAC int. Rep., Archivo DRM - MOPC. Asunción.
- VELAZQUEZ, V.F. (1990):** Provincia alcalina central, Paraguai: datos geocronológicos preliminares.- *1er Simposio de Rocas Magmáticas, Universidad Nacional de Asunción - Instituto de Ciencias Básicas, Abstr. San Lorenzo.*
- VELAZQUEZ, V.F. (1992):** Provincia Alcalina Central, Paraguai centro-oriental: Aspectos tectónicos, petrográficos e geocronológicos.- *Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 119 p.* São Paulo.
- VELAZQUEZ, V.F. (1996):** Provincia alcalina Alto Paraguai: características petrográficas, geoquímicas e geocronológicas.- *Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociencias, 101 p.* São Paulo.



**VELAZQUEZ, V.F., GOMES, C.B., CAPALDI, G., COMIN-CHIARAMONTI, P., ERNESTO, M., KAWASHITA, K., PETRINI, R. & PICCIRILLO, E.M.** (1992): Magmatismo alcalino mesozóico na porção centro-oriental do Paraguai: aspectos geocronológicos. - *Geochim. Brasil.*, 6: 23-35. São Paulo.

**VERGEL, M.M.** (1996): Informe preliminar bioestratigráfico del pozo RD 116, Informe interno de la Cooperación Geológica Paraguayo-Alemana. Tucumán.

**WIENS, F.** (1986): Zur lithostratigraphischen und strukturellen Entwicklung des Río Apa Hochlandes, Nordost - Paraguay. - *Clausth. Geowiss. Diss.*, 19: 280 p. Clausthal.

**WIENS, F. GONZÁLEZ, M.E., MUFF, R.** (1993): Desarrollo tectono-magmático del Bloque de Asunción, Paraguay. In: XII Congreso Argentino de Geología y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas N° 1: 27-32. Mendoza.

**WOLFART, R.** (1961): Stratigraphie und Fauna des älteren Paläozoikums (Silur - Devon) in Paraguay. - *Geol. Jb.*, Bd. 78, 29 - 102. Hannover.

**ZARZA, P.R.** (1991): Estudo das pozolanas naturais de "Ybytymí - La Colmena", Paraguay oriental. - *Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociencias*, 151 p. Rio Claro.



An aerial photograph showing a rugged, volcanic landscape. The terrain is characterized by a complex pattern of dark, cracked rock interspersed with large, irregular patches of bright red and orange, likely representing mineral deposits or volcanic ash. The overall appearance is highly textured and uneven. Two labels are overlaid on the image: 'PARAGUARI' in the upper left and 'CERRO ACAHAY' in the lower center.

PARAGUARI

CERRO ACAHAY