

Bauxita en Superficie de Planación de la Guayana Venezolana (Bauxite on a Planation Surface in Venezuelan Guayana)

By Galo Yáñez P.¹

RESUMEN

La investigación geomorfológica es parte de los trabajos que la Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., realiza para el inventario de los recursos naturales de la región Guayana en Venezuela. Para el caso del norte del Estado Amazonas y en el área del presente trabajo (entre lat 5°-7' N. y long 66°00'-67°30' O.) se ha determinado que la evolución del relieve ha estado mayormente controlada por un proceso de formación o destrucción de superficies de planación; debido en parte a la naturaleza predominantemente granítica del área y a la relativa estabilidad del escudo ígneo-metamórfico.

Se ha estudiado, con mayor detalle, el área de Los Pijiguaos, la cual ha desarrollado y preservado lateritas aluminicas y bauxita. Con este modelo geomorfológico, se han delimitado nuevas áreas de evolución geomorfológica semejante, de las cuales las dos más importantes fueron verificadas mediante la construcción de helipuertos, encontrándose abundante costra bauxítica de origen secundario, las cuales podrían triplicar el potencial ya conocido de Los Pijiguaos. Tales áreas se encuentran a 50 km hacia S. 40° E. de Los Pijiguaos y a 40 km hacia S. 75° E. de Puerto Ayacucho. Se abrieron calicatas cercanas a los helipuertos, de las que se tomó muestras para análisis químicos y cuyos resultados se anexan. Tales resultados indican la presencia de un potencial bauxítico muy importante que debe ser investigado con mayor detalle.

ABSTRACT

Geomorphological research is part of the inventory of natural resources that the Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., is conducting in the Guayana Shield of Venezuela. In the northern part of Estado Amazonas, an area of relative tectonic stability between lat 5° and 7° N. and long 66°00' and 67°30' W., the evolution of geomorphological relief has been controlled chiefly by constructional and destructional processes associated with the development of planation surfaces on a substratum made up mostly of granitic rocks.

The Los Pijiguaos area was studied in more detail because of the economic value of its aluminous lateritic cap. Application of the geomorphological model for this area to other areas in which a similar geomorphological evolution was identified allowed identification of new areas containing bauxitic caps of secondary origin. These new areas were later verified by helicopter-supported fieldwork. One area is about 50 km S. 40° E. of Los Pijiguaos, and the other is 40 km S. 75° E. of Los Pijiguaos. Further investigation of mineralized rock in these areas may yield substantial reserves of aluminum, exceeding those of Los Pijiguaos.

INTRODUCCION

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco de las investigaciones geomorfológicas que se hacen para el inventario de los recursos naturales de la región Guayana (Estado Bolívar, Estado Amazonas, y Estado Delta Amacuro) a escala 1:250,000. El área estudiada corresponde a las hojas de radar NB-19-8 y NB-19-12 a escala 1:250,000, situadas entre lat 5°00'-7°00' N. y long 66°00'-67°30' O. El mencionado inventario, desarrollado por la Corporación

¹Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., Ciudad Bolívar, Venezuela.

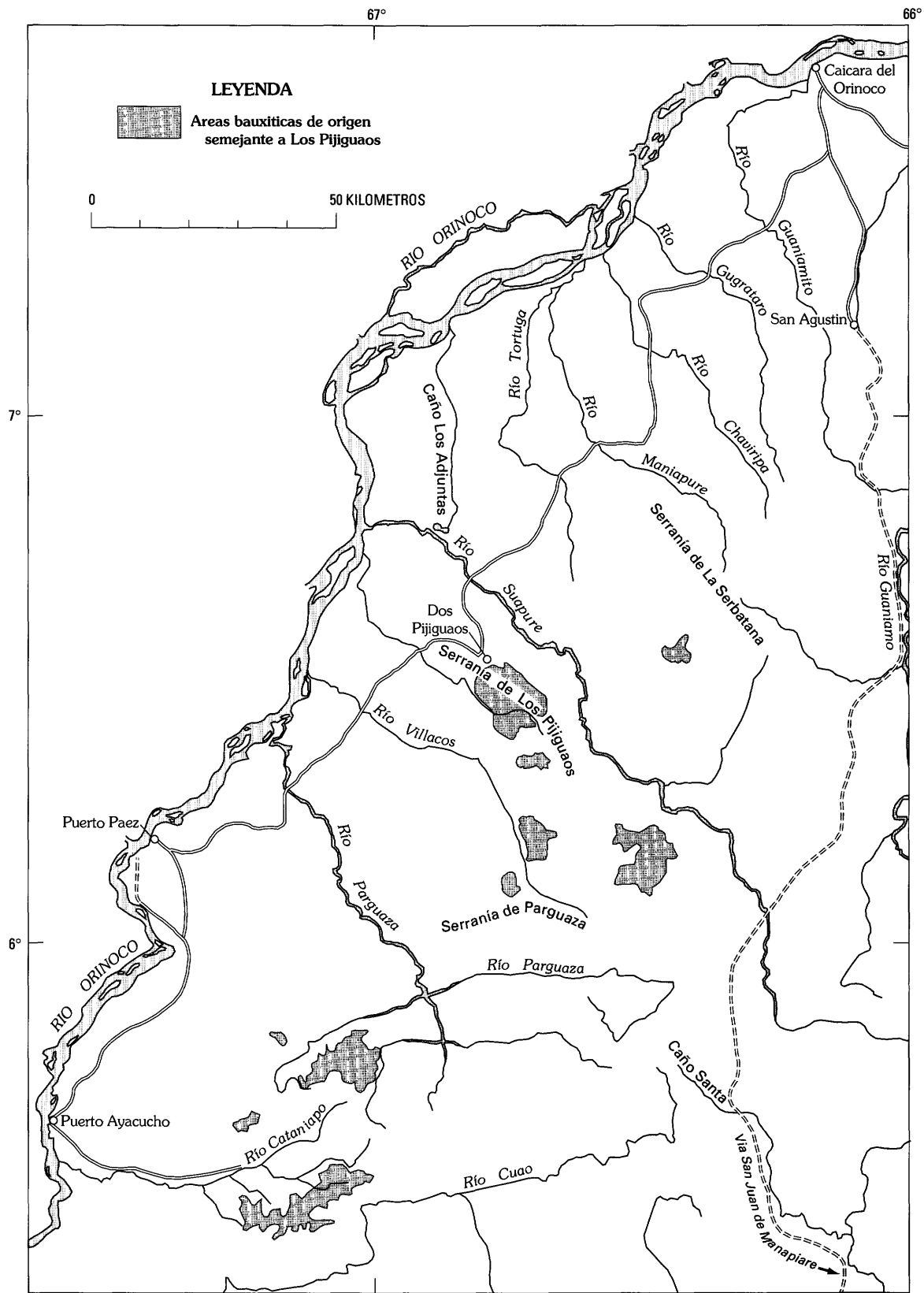


Figura 1. Mapa de ubicación del área de Los Pijiguos.

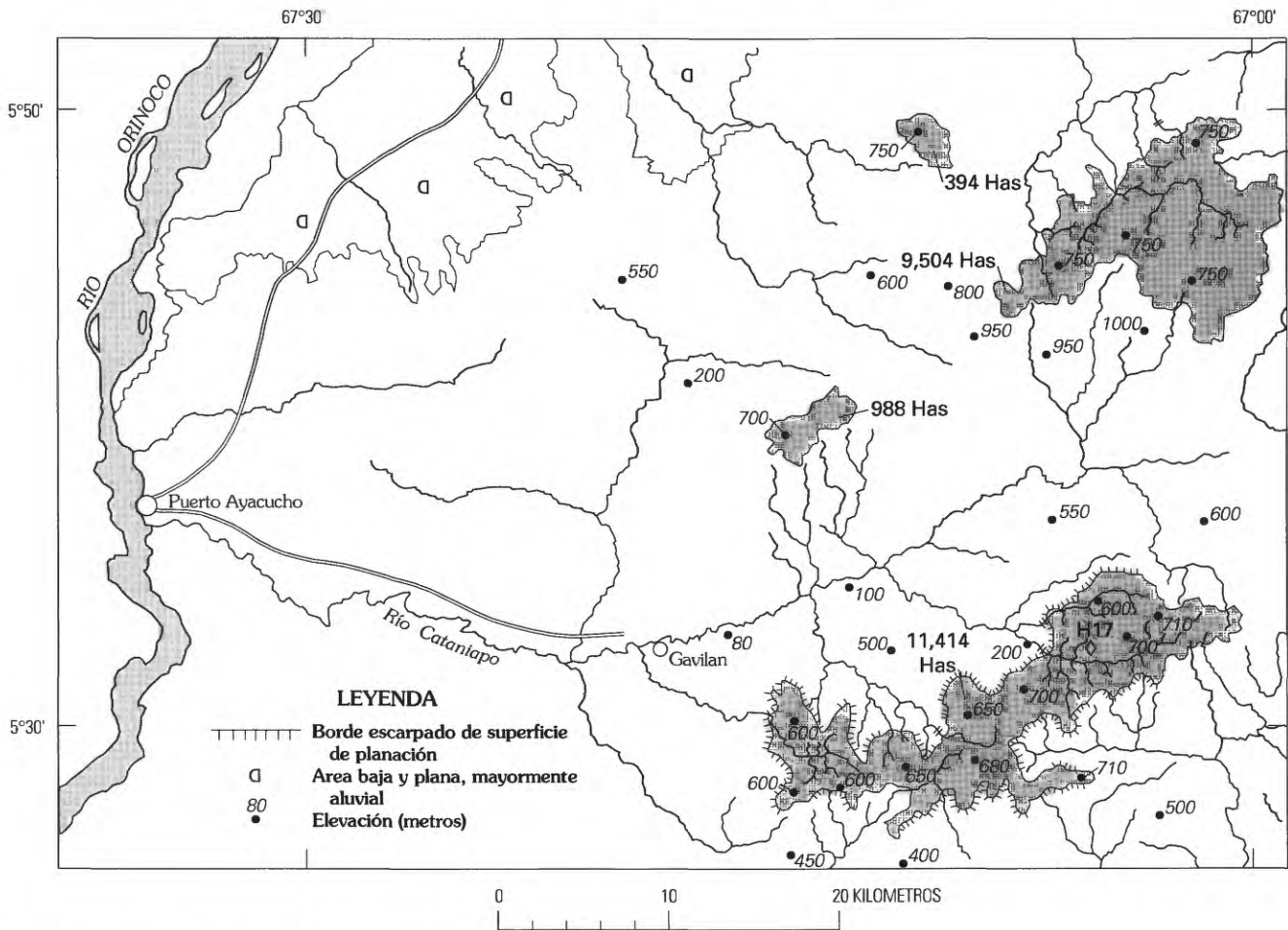


Figura 2. Areas de lateritas aluminicas y bauxita al este de Puerto Ayacucho (zona A).

Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A. (CVG-TECMIN o TECMIN), comenzó en 1985 en la frontera con Guyana y en la actualidad se está investigando el Estado Amazonas.

Entre los trabajos previos relativos al área están Ríos (1969) y McCandless (1965) sobre la estratigrafía y petrología; Mendoza et al (1977) hace un estudio petrológico de la parte norte del Estado Amazonas; Menéndez et al (1985) y Menéndez y Sarmentero (1985) describen el marco geológico de la bauxita de Los Pijiguaos.

En lo que respecta a la naturaleza, origen y evolución de superficies de planación, King (1967) en su estudio "Morphology of the Earth" describió los fundamentos en que se basa el concepto de superficies de planación y paralelamente lanzó la hipótesis de la evolución del relieve por pedimentación, como un fenómeno generalizado e independiente del factor climático. King estableció varias superficies de planación en Africa, denominadas, de más antigua a más joven, Gondwana (Jurásico), Post-Gondwana (Cretáceo antiguo a medio), Africana (Oligoceno), entre las más

importantes; las mismas tienen sus equivalentes en Brasil, denominadas Gondwana, Post-Gondwana y Sur-Americana, respectivamente.

Por otra parte, los factores que pueden influir en el origen y evolución de las superficies de planación son analizados por Melhorn y Dorland (1975). Los factores incluyen el factor tectónico, el factor eustático y el factor climático; así como también el significado de los registros sedimentarios resultantes de un sostenido proceso de denudación continental. En el Escudo Guayanés, varios autores han reconocido la existencia de superficies de planación, tales como McConnell (1969) en Guyana, Zonneveld (1969) en Surinam, Short y Steenken (1962) en Venezuela.

METODOLOGIA

En julio de 1988 se realizó una interpretación geológica y geomorfológica de las hojas de radar NB-19-8 y NB-19-12 a escala 1:250,000; luego, se hizo una interpret-

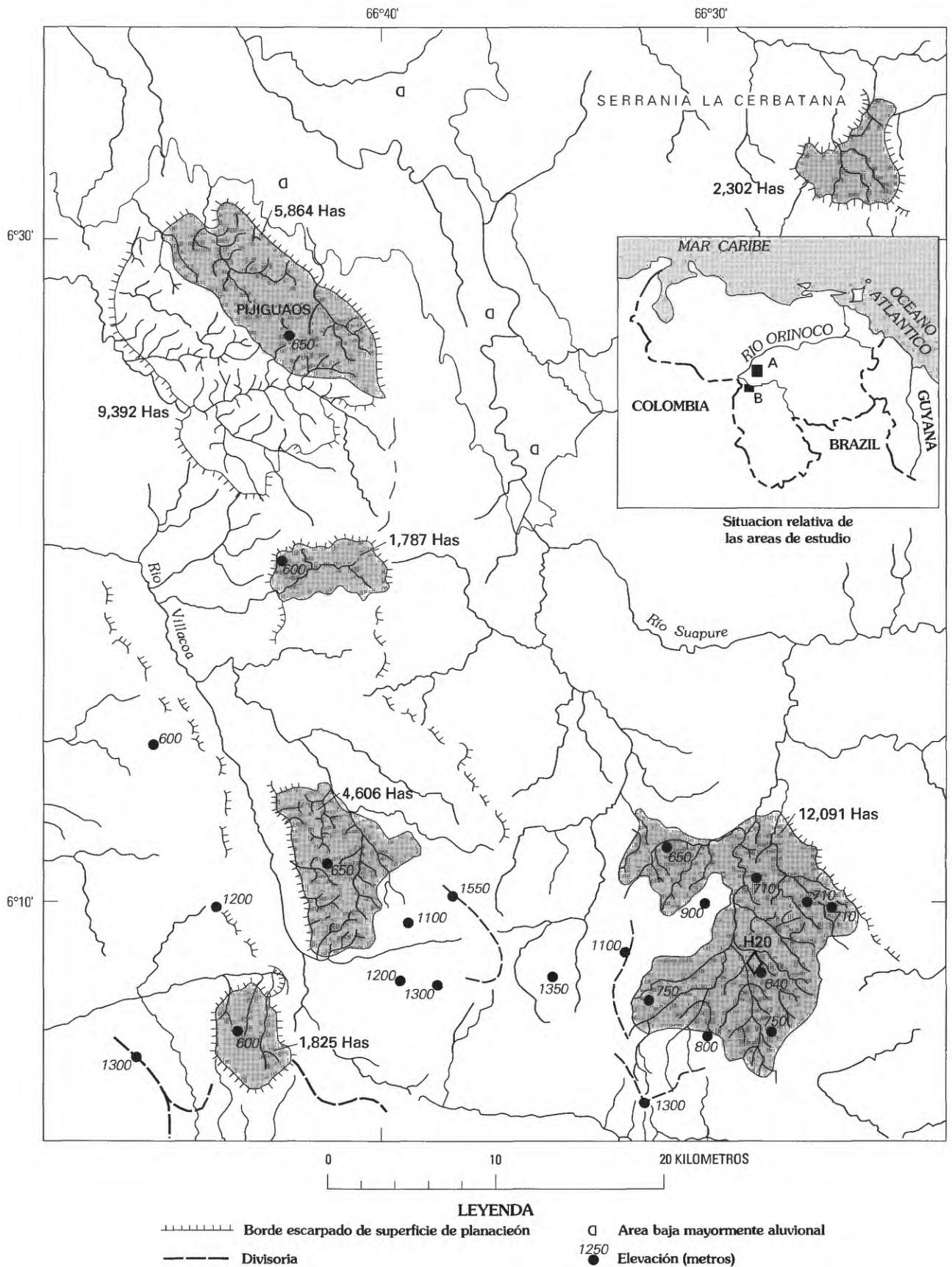


Figura 3. Áreas de lateritas aluminicas y bauxita al sur y este de Los Pijiguaos (zona B).

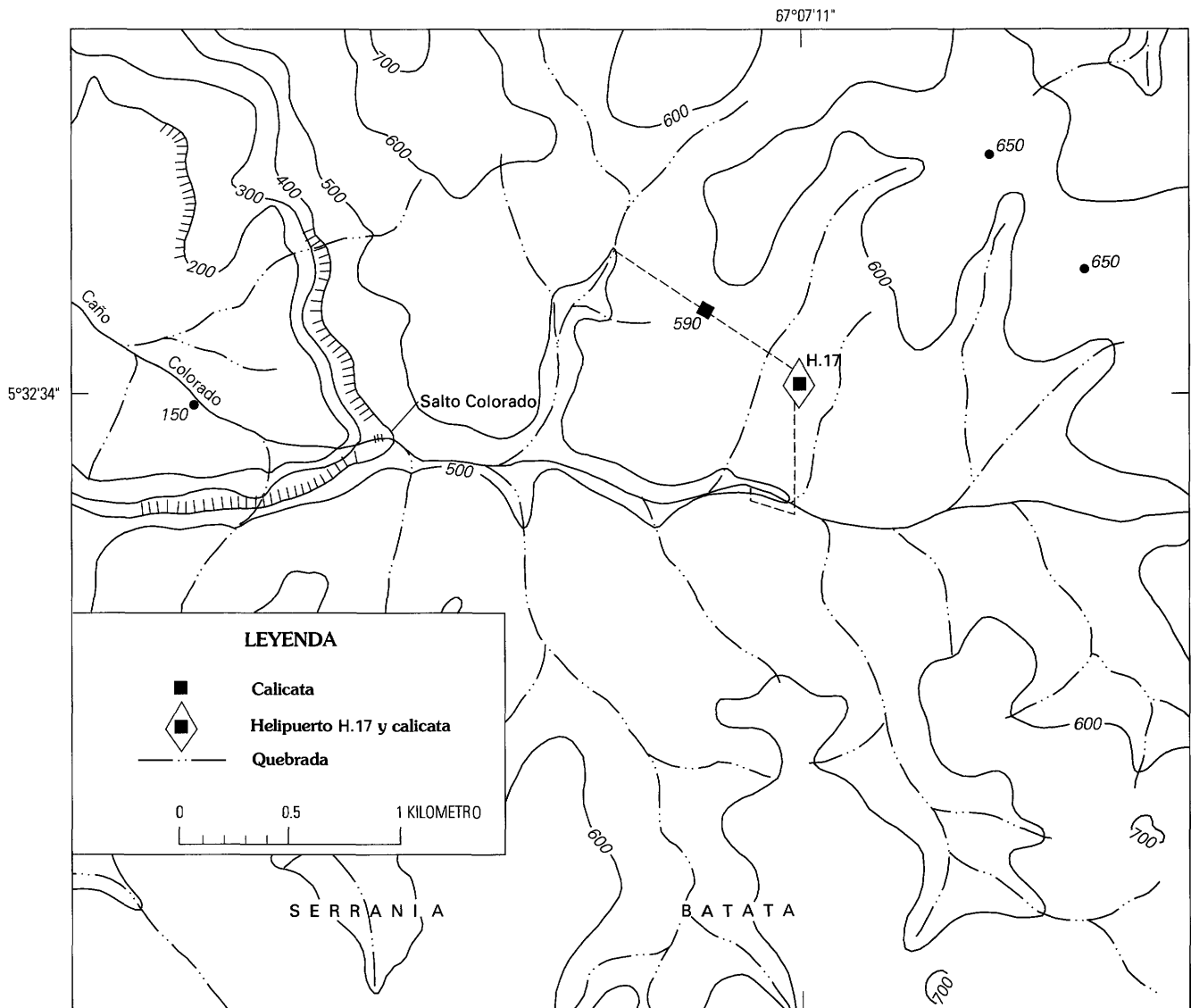


Figura 4. Area investigada en el helipuerto H-17.

ación geológica y geomorfológica de fotografías aéreas a escala 1:50,000 del proyecto 172 y fotografías aéreas a escala 1:25,000 de la misión 050294 y la imagen de satélite CPDI 003-055 a escala 1:250,000. El area total interpretada fué de 36,000 km².

La información obtenida fue diseñada en transparencias sobre las hojas de radar. Paralelamente y mediante el empleo de mapas altimétricos del Catastro Minero Nacional, a escala 1:25,000 con líneas de nivel cada 20 m se establecieron las relaciones altimétricas de los distintos aspectos geológicos y geomorfológicos.

De esta manera, se determinó que en las extensas áreas de composición granítica que existen en el Estado Amazonas se ha desarrollado un modelo de evolución del relieve caracterizado por la formación y destrucción de superficies de planación, de las cuales, las más conspicuas por su mejor preservación se encuentran a los niveles 600-750 m,

1,100-1,250 m y 1,500-1,600 m. Las más elevadas se sitúan escalonadamente hacia el sur. La influencia o el significado que estas superficies de planación pudieran tener en la naturaleza de los recursos naturales está en proceso de investigación.

Sin embargo y tomando en consideración que la superficie de planación 600-750 m es un yacimiento de lateritas aluminicas y bauxita gibbsítica, en Los Pijguaos, se realizó un estudio muy detallado, cualitativo y cuantitativo, en sus más variados parámetros. Luego, se procuró identificar áreas semejantes dentro de los 36,000 km², consiguiéndose como resultado las áreas que se muestran en el mapa de la figura 1.

En marzo de 1989 y como parte del trabajo de campo, propio de las labores del inventario de los recursos naturales, TECMIN decidió la apertura de 20 helipuertos para obtener información de las áreas que por su inaccesibilidad no tenían información previa. De los 20 helipuertos, dos estaban local-

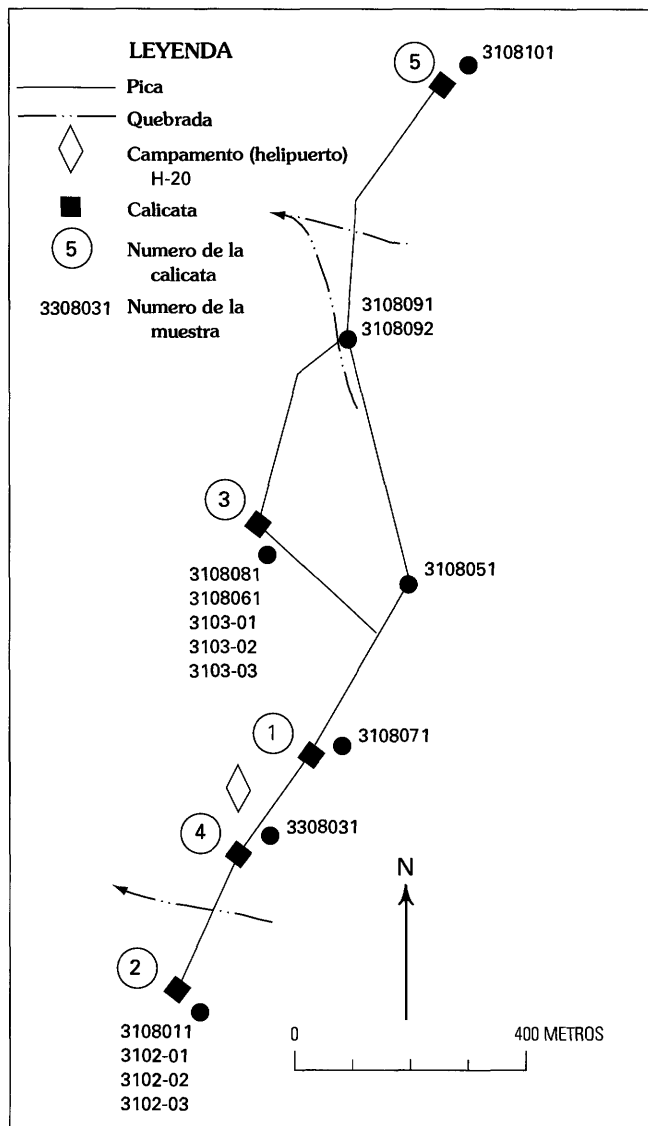


Figura 5. Área investigada en el helipuerto H-20.

izados en áreas interpretadas como lateritas aluminicas: H-17 con coordenadas lat 5°32.2' N., long 67°07.5' O. (fig. 2), y H-20 con coordenadas lat 6°08.0' N., long 66°28.0' O. (fig. 3). Las coordenadas fueron tomadas instrumentalmente, del helicóptero, y no coinciden exactamente con las coordenadas aproximadas de las imágenes de radar, que presentan los mapas de las figuras 2 y 3. En ambos helipuertos, bloques de coraza bauxítica en medio de la laterita se encontraron.

En julio de 1989 se procedió a la apertura de calicatas que permitirían obtener muestras para su análisis químico. El trabajo de campo en el área del helipuerto H-20 fué realizado por el Geólogo Andrés E. García Gerdes y en el helipuerto H-17 por el Geólogo Frank Tovar. Se abrieron dos calicatas en H-17 (fig. 4) y cinco calicatas en H-20 (fig. 5) a diferentes profundidades, dependiendo de la dureza de la costra. En ambos casos, se tomaron muestras de bloques duros de bauxita y muestras de canal en laterita no consolidadas.

Los análisis químicos para determinar el porcentaje de los principales óxidos se realizaron tanto en el laboratorio de BAUXIVEN en Los Pijiguaos, como en el Laboratorio de Ferrominera del Orinoco en Puerto Ordaz. Los resultados de tales análisis químicos se exponen en las tablas 1 y 2.

LA SUPERFICIE DE PLANACION DE LOS PIJIGUAOS

El área de Los Pijiguaos de 5,864 has. (fig. 2) el cual es en la actualidad un yacimiento de bauxita gibbsítica y lateritas aluminicas en explotación, se ha originado de una superficie de planación en el granito de Parguaza con textura rapakivi (Mendoza, 1974). Esta superficie está considerada como parte de la denominada superficie Nuria (Short y Steenken, 1962) de Venezuela, llamada también superficie Imataca (Martín et al, 1975). A la superficie Nuria, se le atribuye una edad Cretácica Superior a Terciario Inferior por

Tabla 1. Resultados de análisis químicos del área investigada en el helipuerto H-20.

No. de muestra	Tipo de muestra	Profundidad	Al ₂ O ₃ (porcentaje)	SiO ₂ (porcentaje)	Fe ₂ O ₃ (porcentaje)	Laboratorio ¹	Ubicación
3108011	Bloque	a 3 m	49.61	5.75	15.16	F.M.O.	Calicata 2
3108081	Bloque	a 2 m	54.76	4.65	14.87	F.M.O.	Calicata 3
3108031	Bloque	a 0 m	50.48	10.26	8.29	F.M.O.	Calicata 4
3108101	Bloque	a 1 m	55.89	2.39	11.58	F.M.O.	Calicata 5
310201	Canal	0-1 m	43.47	9.27	16.13	F.M.O.	Calicata 2
310202	Canal	1-2 m	43.85	9.63	16.42	F.M.O.	Calicata 2
310203	Canal	2-3 m	43.21	8.03	16.55	F.M.O.	Calicata 2
310301	Canal	0-1 m	38.05	12.37	17.18	F.M.O.	Calicata 3
310302	Canal	1-2 m	42.34	9.93	16.90	F.M.O.	Calicata 3
310303	Canal	2-3 m	45.36	13.40	10.85	F.M.O.	Calicata 3

¹Ferrominera del Orinoco, Puerto Ordaz.

Tabla 2. Resultados de análisis químicos del área investigada en el helipuerto H-17.

Tipo de muestra	Profundidad	Al ₂ O ₃ (porcentaje)	SiO ₂ (porcentaje)	Fe ₂ O ₃ (porcentaje)	Laboratorio ¹	Ubicación
Bloque	a 0 m	59.39	3.37	4.79	BAUXIVEN	H-17
Bloque	a 2 m	50.57	14.90	6.88	BAUXIVEN	H-17
Bloque	a 0 m	60.55	3.37	3.35	BAUXIVEN	H-17
Canal	0-1 m	42.21	13.80	14.11	F.M.O.	Calicata 1
Canal	1-2 m	46.62	10.07	14.30	F.M.O.	Calicata 1
Canal	2-3 m	46.36	8.60	13.58	F.M.O.	Calicata 1
Canal	3-4 m	43.22	10.20	16.84	F.M.O.	Calicata 1
Bloque	a 0 m	59.29	2.29	2.63	F.M.O.	H-17
Bloque	a 2 m	55.94	5.11	8.15	F.M.O.	H-17

¹Bauxita de Venezuela, Los Pijiguaos; Ferrominera del Orinoco, Puerto Ordaz.

su semejanza con la superficie Kopinang de Guyana (McConnell, 1969). Tomando en cuenta el criterio de la altitud, se engloba con este nombre a todos los restos erosivos situados entre 600-700 m sin importar lo disímil que sea su naturaleza o el proceso evolutivo de su formación. En el presente trabajo se ha tratado de interpretar el modelo geomorfológico del área de Los Pijiguaos y delimitar otras áreas de evolución y naturaleza semejante, por esta razón se le denomina superficie de planación de Los Pijiguaos. Esta superficie contiene mena bauxítica de interés económico por meteorización del granito de Parguaza. La mena se formó mediante un proceso de pedimentación con una elevación aproximada de 600 a 700 m y un desnivel abrupto de aproximadamente 500 m.

El 85 por ciento de las bauxitas que ocurren en el mundo se encuentran sobre este tipo de superficies de planación que se desarrollan "in situ" sobre rocas magmáticas mediante procesos de meteorización de la roca original. El desarrollo de una superficie de planación implica un prolongado periodo de denudación continental en condiciones sub-aéreas y si las condiciones de clima lo permiten, pueden desarrollarse procesos de laterización como paso previo al desarrollo de lateritas aluminicas y bauxita. El enriquecimiento en alúmina se produce por emigración del hierro en la forma de hidróxidos solubles y por lixiviación de la sílice. Se trata, pues, de un enriquecimiento "in situ" con mayores concentraciones de alúmina en los niveles superiores, tal como acontece en el caso de Los Pijiguaos.

Evidentemente, las condiciones estructurales de la roca parental son una condición inicial indispensable para que se desarrolle la meteorización profunda. En el caso de Los Pijiguaos, se lleva a efecto mediante diaclasas verticales y horizontales.

El desarrollo de un espeso manto de meteorización va a depender de las condiciones del clima, siendo favorables las condiciones de clima tropical-húmedo para una meteorización más profunda y más rápida de la roca original. En este aspecto, las condiciones topográficas juegan un papel decisivo para que en la relación entre la meteorización y la

erosión prevalezca el ritmo de la meteorización dando como resultado el incremento de espesor de la zona meteorizada. El análisis de estas condiciones en el área de Los Pijiguaos exige una reconstrucción paleo-geográfica que apenas comienza a visualizarse.

El enriquecimiento en alúmina y la bauxitización requieren de excelentes condiciones de drenaje interno y altos niveles de precipitación pluvial. Aquí juega un papel estelar el levantamiento que ha experimentado la superficie de planación de Los Pijiguaos y el proceso que ha establecido un desnivel de 500 m entre la superficie de planación y los valles planos cercanos donde discurren los mayores ríos. El drenaje interno se facilita a través de las diaclasas verticales de la roca infrayacente. De hecho, las redes de drenaje sobre la superficie de planación de Los Pijiguaos es un paleo-drenaje controlado por el sistema de diaclasas, el mismo que ha sido capturado en muchos sitios por el sistema de drenaje que acompaña el proceso de pedimentación inferior. Los procesos de pedimentación son ampliamente discutidos por Twidale (1983).

En el caso de la superficie de planación de Los Pijiguaos, el levantamiento ha producido una profunda incisión de los cursos de agua a través de la capa de meteorización, lo que ha originado interfluvios planos y pendientes convexas y abruptas en los flancos de los cursos de agua. Cuando la incisión llega a la roca fresca aparece una superficie lateral lisa en el granito, como paso previo a la formación de domos graníticos.

NUEVAS AREAS BAUXITICAS EN LA SUPERFICIE DE PLANACION DE LOS PIJIGUAOS

Con las condiciones geomorfológicas anteriores se han delimitado nuevas áreas semejantes al área de Los Pijiguaos. Dichas áreas son remanentes erosionales de una superficie mayor la cual se ha denominada superficie de planación de Los Pijiguaos, debiendo aclararse que únicamente se han

delimitado las áreas de mayor extensión y continuidad lateral que pudieran conformar un yacimiento bauxítico de interés económico (figs. 2 y 3). Desde el punto de vista geológico, todas las áreas que se han indicado se encuentran sobre el granito de Parguaza de textura rapakivi, con excepción del área sobre la serranía de La Cerbatana (fig. 2) que se ha desarrollado en el granito biotítico de Santa Rosalía (McCandless, 1965).

En el aspecto relativo a la altitud, todas tienen una altitud semejante, aún cuando una misma altitud de las formas del relieve no significa necesariamente contemporaneidad. Según el concepto de "equilibrio dinámico" (Hack, 1960), superficies de planación de igual altitud pueden tener edades distintas e, inversamente, superficies de planación de diferente altitud pueden desarrollarse simultáneamente.

En las áreas verificadas (H-17 y H-20), la forma de los interfluvios indica la presencia de una espesa zona de meteorización que ha sido preservada. El estado de desarrollo del relieve y, especialmente, su accesibilidad y condiciones topográficas semejantes a Los Pijiguaos, posibilitaría un sistema de explotación como el que se ha implementado en Los Pijiguaos. En el caso de Los Pijiguaos, la mena bauxítica superficial tiene un espesor de 7 m y debido a la incisión de las redes de drenaje el área de 5.804 has (fig. 2) se reduce a 1.600 has, en el tope de los interfluvios, lo que totaliza un potencial certificado de 200×10^6 toneladas métricas de bauxita.

Las dos áreas investigadas totalizan 23,505 has., en el caso de que estas áreas presenten una mineralización semejante a Los Pijiguaos, significarían 800×10^6 toneladas métricas de bauxita.

RECOMENDACIONES

Tomando en consideración que el origen y evolución de superficies de planación es un problema esencialmente geomorfológico (Aleva, 1981), el cual tiene influencia importante en los recursos naturales en general y en el origen de recursos minerales lateríticos, en particular, y que es un problema complejo que debe ser enfocado inter-disciplinariamente, tanto desde el campo geológico como desde el campo geográfico, se recomienda formar un equipo de investigadores con el personal de los distintos entes públicos y privados que de una u otra forma estudian las superficies de planación en Venezuela. Es preciso continuar las exploraciones de éstas y otras superficies de planación, así como de los depósitos sedimentarios asociados, a fin de definir el modelo de evolución geomorfológica de la región Guayana y su significado en el origen de los recursos naturales del área.

REFERENCIAS

- Aleva, G.J.J., 1981, Bauxitic and other duricrusts on the Guiana Shield, South America: A.A. Balkema-Rotterdam, Proceedings of the International Seminar on Laterization Processes, p. 261-269.
- Hack, J.T., 1960, Interpretation of erosional topography in humid temperate regions: American Journal of Science, v. 258-A, p. 80-97.
- King, L.C., 1967, Morphology of the Earth (2nd ed.): New York, Hafner Publishing Company, 726 p.
- Martin Bellizzia, C., coordinator, and Ascanio, G., Candiales, L.J., Rios, J.H. and Luchsinger, S.E., guides, 1975, Excursión geológica No. 6, Puerto Ordaz-La Vergarena: Congreso Latinoamericano de Geología, 2nd, Caracas, 1973, Memoria, Publicación Especial 7, v. 1, p. 371-388.
- McCandless, G.C., 1965, Reconocimiento geológico de la región Nor-Occidental del Estado Bolívar: Boletín de Geología, v. 7, no. 13, p. 19-28.
- McConnell, R.B., 1969, The succession of erosion bevels in Guyana: Interguiana Geological Conference, 8th, Georgetown 1969, Geological Survey of Guyana, Records, v. 6, Paper 8, Proceedings, p. 1-16.
- Melhorn, N.M., and Dorland, E.E., 1975, The case for episodic continental-scale erosion surfaces—A tentative geodynamic model, in Theories of landform development: Binghamton, State University of New York, chapter 13, p. 243-276.
- Mendoza, Vicente, 1974, Geología del área del Río Suapure, parte noroccidental del Escudo de Guayana, Estado Bolívar, Venezuela; informe de progreso: Conferencia Geológica Inter-Guayanas, 9th, Venezuela, Memoria, Publicación Especial 6, p. 306-338.
- Mendoza, Vicente, Moreno, L.A., Barrios, Fernando, Rivas, Duggar, Martínez, Jesús, Lira, Pedro, Sardi, Gustavo, and Ghosh, S.K., 1977, Geología de la parte norte del Territorio Federal Amazonas, Venezuela (informe en progreso): Congreso Geológico Venezolano, 5th, Caracas, 1977, Memoria, v. 1, p. 363-404.
- Menendez V. de V., Alfredo, Rios, J.H., Weingarten, B., and Ticona, I., 1985, Características geológicas de la parte noreste del yacimiento de bauxita de "Los Pijiguaos," Estado Bolívar, Venezuela: Simposium Amazonico, 1st, Caracas, 1981, Publicación Especial 10, p. 548-570.
- Menendez V. de V., Alfredo, and Sarmentero, Alberto, 1985, Exploración de bauxita en la Guayana Venezolana con particular referencia a la Serranía de Los Pijiguaos: Simposium Amazonico, 1st, Caracas, 1981, Publicación Especial 10, p. 571-586.
- Rios, J.H., 1972, Geología de la región de Caicara, Estado Bolívar: Congreso Geológico Venezolano, 4th, Caracas, 1971, Memoria, Publicación Especial 5, v. 3, p. 1759-1782.
- Short, K.C., and Steenken, W.F., 1962, A reconnaissance of the Guayana Shield from Guasipati to the Río Aro, Venezuela: Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo, Boletín Informativo, v. 5, no. 7, p. 189-221.
- Twidale, C.R., 1983, Pediments, peneplains and upland plains: Revue de Géomorphologie Dynamique, v. 32, no. 1, p. 1-35.
- Zonneveld, J.I.S., 1969, Preliminary remarks on summit levels and the evolution of the relief in Surinam (S. America): Proceedings, Guiana Geological Conference (Paramaribo, Suriname), 7th, 1966; Verhandelingen van het Koninklijk Nederlands Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap, v. 27, p. 53-60.