

Algunos aspectos geológicos y geomorfológicos del hato La Vergareña, noroeste del Bajo Paragua, estado Bolívar, Venezuela

Geological and geomorphological aspects of the “La Vergareña” Ranch, Low Paragua northwestern, Bolívar State, Venezuela

Williams Méndez (1,2)
williamsmendez@gmail.com

Scarlet Cartaya (1,2)
scarletcartaya@gmail.com

Joaquín Benítez (3,4)
jbenitezmaal@gmail.com

- (1) Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- (2) Instituto Pedagógico de Caracas
- (3) Ingeniería Caura
- (4) Universidad Católica Andrés Bello

Artículo recibido en septiembre 2013 y publicado en enero 2014

RESUMEN

La Empresa Maderas del Alba planificó el desarrollo de un Complejo Maderero Industrial en el hato “La Vergareña”, por lo cual se elaboró el Estudio de Impacto Ambiental. Se exponen aspectos geológicos y geomorfológicos considerando que la topografía pudiese ser modificada. La metodología consistió en una revisión documental; y la caracterización de las formas de relieve y procesos geomorfológicos observados a lo largo de dos planteamientos viales. El área estudiada presenta un paisaje de penillanura ligeramente a moderadamente ondulada, en la que afloran rocas ígneas del basamento, y transformado en un relieve residual con presencia de inselbergs. Las pendientes oscilan entre 3 % y 7 %. En el área se reconocieron distintos tipos de inselbergs correspondientes a diversas etapas evolutivas del proceso de desmantelamiento de su litología: (a) crestones y crestas, (b) domos, (c) berrocales, (d) pedrizas, (e) tors y lanchares, y (f) alteración generalizada.

Palabras clave: Geomorfología; penillanura; inselbergs; unidad de producción; estado Bolívar

ABSTRACT

The Alba Woods Company planned the development of a Industrial Wood Complex on the “La Vergareña” Ranch reason because the respective Study of Environmental Impact (SEI) was elaborated. In this sense are exposed geological and geomorphological aspects considering that the topography should be modified. Documental reviewing and the characterization of the landforms and geomorphologic processes observed along of two road. The studied area presents a landscape of peneplain lightly to moderately waved in that outcrops igneous rocks of basement, and transformed in a residual relief with inselbergs. The slopes are between 3 % and 7 %. In the area different types of inselbergs were recognized corresponding to diverse evolutionary stages of the dismantlement process of their lithology: (a) “crestones” and combs, (b) domes, (c) craggy places, (d) “pedrizas”, (e) tors and “lancharas”, and (f) widespread alteration.

Key words: *Geomorphology; peneplain; inselbergs; production unit; Bolívar state*

INTRODUCCIÓN

La Empresa Mixta Socialista Maderas del Alba S. A. creada por acuerdo suscrito entre el Ministerio de Agricultura de Cuba y el Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras de la República Bolivariana de Venezuela, encargada del aprovechamiento forestal de la Unidad de Producción Mixta Socialista “Manuel Carlos Piar” (hato “La Vegareña”), y ubicada en el Municipio Bolivariano Angostura del estado Bolívar, iniciará sus actividades a través del aprovechamiento de uno de los lotes forestales ubicados en dicha unidad, identificado como Lote Boscoso La Atascosa.

El inicio de este importante proyecto dará marcha al cumplimiento de las expectativas creadas para la obtención de los insumos necesarios, para la puesta en marcha del Complejo Industrial Forestal, actualmente en construcción en terrenos de la unidad de producción, con la consecuente

oferta de productos acabados y semi-acabados para satisfacer la demanda local y nacional, incluyendo la demanda de productos de madera de la República de Cuba, quien participa en el diseño, planificación y consolidación de dicho proyecto.

Las actividades contempladas en el Plan de Manejo Simplificado requerirán la afectación de recursos naturales y, por lo tanto, en concordancia con lo estipulado en el Artículo 129 de la Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela y en el Decreto 1.257 sobre Normas para la Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente (Gaceta Oficial 35.946 de fecha 25 de abril de 1996), se necesita de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural, como requisito ineludible para obtener la Autorización para la Ocupación del Territorio (AOT) y la Autorización para la Afectación de Recursos Naturales (AARN), por parte del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA) (Caura, 2010a, 2010b).

Como parte de la ejecución del Estudio de Impacto Ambiental y, en específico, lo concerniente a la caracterización del medio físico, uno de los aspectos relevantes y de mayor interés para destacar en la misma, lo constituyen los aspectos geológicos y geomorfológicos, dadas las particularidades que en este sentido se evidencian en el área de estudio, y por el significado evolutivo y paleo-ambiental que alberga. Tal singularidad permite plantearse como propósito u objetivo fundamental para el presente trabajo, revisar los rasgos geológicos y geomorfológicos más evidentes y/o conspicuos a lo largo de los dos planteamientos viales proyectados en la UPMS “Manuel Carlos Piar”, conectores entre el Lote Boscoso La Atascosa y el Aserradero, e inclusive en estos últimos dos sectores mencionados.

El hato La Vergareña con una superficie de 187.238,7 Ha, se encuentra ubicado en el sector norcentral del estado Bolívar a unos 160 Km al sur de Ciudad Bolívar, emplazada en la penillanura central del escudo guayanés al noroeste del Bajo Paragua, y circunscrita en el municipio Angostura, parroquias San Francisco y La Paragua, en las inmediaciones de la población de San Francisco de Asís (Gráfico 1).

El clima en el área se caracterizó con base en datos de las estaciones pluviográficas La Vergareña y San Francisco y climatológica La Paragua del INAMEH, para el período 1970-2002. Los montos promedios anuales de precipitación oscilan entre 1.608,9 mm y 1.776,5 mm. Los mayores valores de precipitación media mensual se presentan durante los meses de Mayo a Septiembre, mientras que los menores se registran de Noviembre a Abril. La temperatura media anual es de 26,4 °C, con máxima media anual de 31,3 °C y mínima media anual de 21,9 °C. La evaporación media anual registrada es de 2.048,3 mm, con los valores mínimos en los meses de Junio (145,2 mm) y Diciembre (153,1 mm). El área se corresponde con un tipo climático sub-húmedo a seco, con poco o ningún exceso de agua y megatérmico o cálido (C1dA'a').

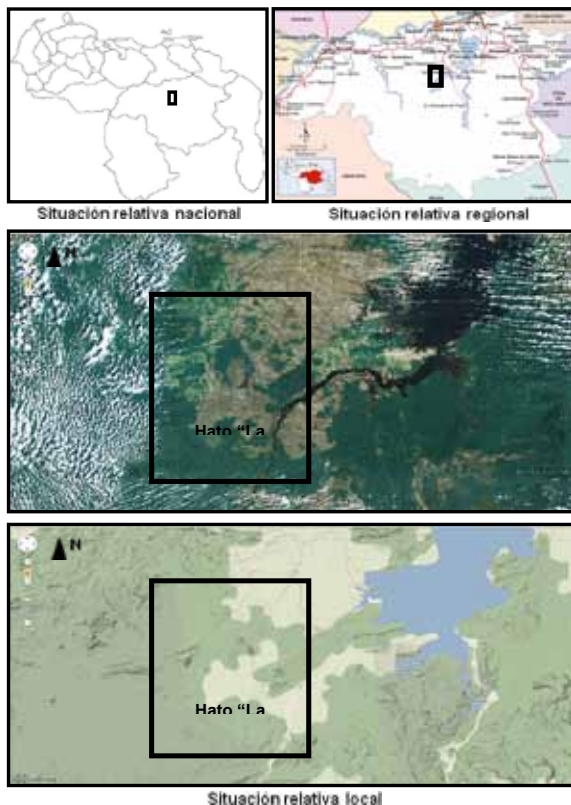


Gráfico 1. Localización del área de estudio. Tomado de *Google Maps*, 2013.

Con relación al drenaje regional, el sector se encuentra enmarcado entre dos subcuencas hidrográficas, una del río Aro (comprende a las microcuencas Caño Azul, Caño Blanco y Caño Paradero) afluente directo del río Orinoco; y la otra subcuenca es la del río Paragua afluente del río Caroní, que a su vez es tributario de primer orden del río Orinoco. Predominan caños de régimen permanente y morichales. De manera muy local, en el sector estudiado destacan los caños Azul, La Rochela y Mocho Roscio.

La vegetación presente en el área se encuentra fuertemente influenciada por las características edafo-climáticas de la zona, por lo cual se puede apreciar una variedad de comunidades vegetales, siendo las más representativas de esta zona, los bosques tropicales y las sabanas de gramíneas arboladas. Desde el punto de vista biogeográfico, en el sector coexisten las formaciones vegetales: bosque medio denso, bosque medio ralo, bosque de galería (morichales) y sabanas.

Algunas de las especies arbóreas presentes en las formaciones boscosas son: pardillo (*Cordia allidora*), heilillo (*Aspidosperma megalocarpum*), carapa (*Carapa guianensis*), cartán (*Centrolobium paraence*), palo blanco (*Piptadenia sp*), mahomo (*Uladendron cadesurii*), guanabano de monte (*Brosimum allicatrum*), jobo (*Spondias mombim*), charo (*Brownea grandiceps*), coco de mono (*Licythis ollaria*), caramacate (*Hirtella triandra*), entre otros. En el caso de los morichales domina la palma moriche (*Mauritia flexuosa*). Y en las sabanas destacan las herbáceas: *Trachypogon* y *Paspalum fasciculatum*; y especies arbustivas leñosas como: chaparro (*Curatella americana*), el alcornoque (*Bowdichia virgilioides*) y el chaparro manteco (*Byrsonima crassifolia*).

La mayoría de los suelos se caracterizan por ser de baja fertilidad, en su mayoría de textura gruesa y pH ácidos, y se presentan a lo largo de los principales ríos; fundamentalmente se trata de suelos arenosos (Psamments), suelos con problemas de hidromorfismo (Aquepts) y suelos de texturas medias (Fluvents y Tropepts). Existen también suelos Entisoles de poco desarrollo pedogenético y de poco espesor, sobre lechos de

rocas superficiales, que se clasifican como Ustorthents (Guzmán, 1986; Mogollón y Comerma, 1999; Elizalde, Vilorio y Rosales, 2007).

Según Hétier, Schargel, Vallejo, Sarmiento y Gómez (1992), en el área de interés predominan suelos de los órdenes Oxisoles y Ultisoles que agrupan estas sabanas en la categoría hiperdistrófica, con elevada saturación de aluminio. La arcilla es predominantemente caolinítica, seguida por gibsita en los suelos más evolucionados. Sobre las colinas y lomeríos son comunes suelos con abundantes concreciones de hierro y fragmentos de roca.

En el área de estudio y en los espacios adyacentes al hato La Vergareña, las principales actividades económicas que se desarrollan son las asociadas con la producción de leche, el desarrollo agroforestal, la explotación maderera, la agricultura, la ganadería, la pesca y la minería (existe vocación minera por la cuantiosa reserva de mineral de hierro y minerales no metálicos como el granito); sin embargo, el sector sur de éste se encuentra amparado bajo la figura jurídica de Zona Protectora, como parte del sistema venezolano de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial.

La existencia de la red fluvial navegable que comunica los espacios en estudio con La Paragua, generan el medio para las actividades pesqueras, así como el desarrollo de las actividades turístico – recreacional y de intercambio comercial. Se obtiene de la pesca para autoconsumo y comercio: bagre paleta, pavón, morocoto, aimara, payara, coporo, etc. Se practican actividades ganaderas y actividades agrícolas enfocadas en algunos rubros de autoconsumo, tales como: plátano, yuca, ñame y maíz.

Aspectos Geológicos

Evolución Geológica – Tectónica

La historia geológica del escudo de Guayana revela cuatro de los cinco ciclos tecto-termales de significación mundial: La orogénesis

Guriense (3.600 m.a. – 2.700 m.a.) durante la cual se desarrolló un cinturón tectónico granulítico (Provincia Imataca o Bolívar); la orogénesis Pre-Transamazónica o Guayanense (2.600 m.a. – 2.100 m.a.) en la que se desarrolla un cinturón móvil ofiolítico-turbidítico; la orogénesis Transamazónica (2.000 m.a. – 1.700 m.a.) que representa un magmatismo de tipo ácido con escaso tectonismo asociado; y la orogénesis Orinoquense (2.100 m.a. – 800 m.a.) que representa un evento de reajustes isostáticos (González de Juana, Iturralde de A. y Picard, 1980).

En el Paleoproterozoico (orogénesis Transamazónica, 2.300 m.a. – 1.800 m.a.) el cratón Imataca-Kanuku se fracturó y se separó, formándose entre los bloques en deriva, Imataca a un lado y Kanuku y cratones equivalentes de Brasil al opuesto, el océano Pastora-Barama-Mazzaruni, donde se produjeron bajo un régimen de tectónica de placas similar al actual, cinturones de rocas verdes más evolucionados (Mendoza, 2005).

Dentro de ese régimen de tectónica de placas se produjeron nuevas cuencas y subcuencas, nuevos y más evolucionados cinturones de rocas verdes desde paralelas hasta normales a las cuencas anteriores, que recibieron espesas secuencias turbidíticas volcanogénicas de composiciones intermedias a félsicas, cerrándose los mares con sedimentos molasoides, suturándose y acrecionándose así las rocas de Pastora (más joven) debajo de Imataca (más antigua) (Mega-falla de Guri), coincidiendo o formando parte del gran supercontinente Atlántica.

A los arcos de islas de Botanamo, acrecionados junto con Pastora e Imataca, siguió algo más tarde (unos 20 m.a. – 30 m.a.) la fusión parcial más profunda de material del manto que calentó, fracturó y se mezcló con material de la corteza, predominantemente granítico tipo (tonalíticos – trondhjemíticos – granodioríticos), para con muy poco fraccionamiento producir, en un borde continental activo tipo Andes, magmas riolíticos que se emplazaron y cristalizaron como las rocas volcánicas y piroclásticas de Caicara, cristalizando a niveles meso-catazonales sus comagmáticos granitos calco-alcalinos de la Asociación Cuchivero (granitos de Santa Rosalía y San Pedro) y sus equivalentes del arco magmático Cuchivero

durante el evento Orocaima (1.980 m.a. – 1.880 m.a.), al final de la orogénesis Transamazónica que se había iniciado hacia 2.300 m.a., y que concluyó hacia 1800 m.a. pre-sedimentación de la facies molasa, y post-tectónica del Grupo Roraima (Mendoza, 2005).

Litología

Petrológicamente, la provincia más antigua (~3.500 m.a.), Imataca o Bolívar, corresponde al cinturón granulítico, ubicada al norte de la Guayana venezolana, presentando metasedimentos y gneises graníticos, e intrusiones de otros granitos posteriores. La siguiente en edad es la provincia de Pastora o Esequibo (~2.500 m.a.), correspondiendo a cinturones de rocas verdes (Menéndez, 1995), ubicadas al sur de Imataca o Bolívar, separada por la falla del Guri, y en la parte occidental por la falla de Santa Bárbara. Al sur colinda con la provincia de Roraima, la cual litológicamente presenta una secuencia de rocas volcánicas ácidas y básicas, además de rocas metasedimentarias asociadas (metamorfismo de bajo grado).

La próxima provincia es la de Cuchivero o Amazonas, con una edad de unos 1.800 m.a., presenta grandes extensiones de granitos, y granitos postectónicos (1.500 m.a.), y ocupa la parte occidental del escudo guayanés venezolano. Presenta dos grupos, que de más antiguo a más joven son: Cuchivero propiamente dicho y Suapure (Torres, Rodríguez, Navas y Rodríguez, 1985; Yáñez, 1985).

Las unidades litológicas que afloran en el área de interés de este reconocimiento, de acuerdo con el Mapa Geológico de Venezuela (Hackley, Urbani, Karlsen y Garrity, 2006), están constituidas por cuerpos de rocas pertenecientes a las provincias geológicas de Imataca, Pastora y Cuchivero (Gráfico 2), las cuales se presentan a continuación en el Cuadro 1, en orden cronológico ascendente.

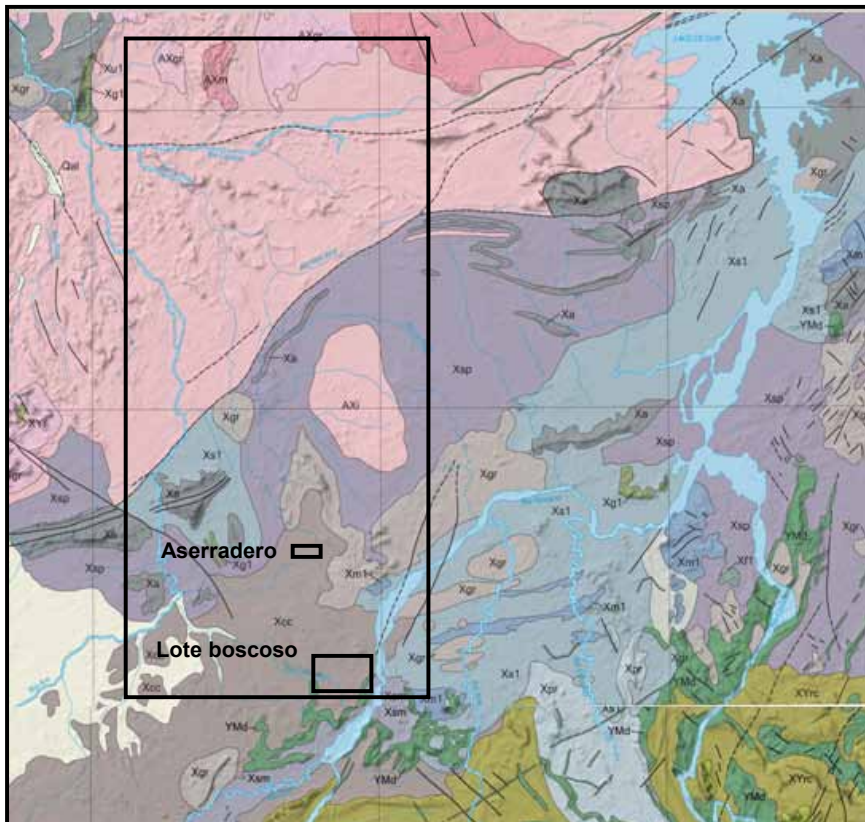


Gráfico 2. Mapa geológico del área correspondiente al hato “La Vergareña”, estado Bolívar, Venezuela. Tomado del *Mapa Geológico de Venezuela* por P. Hackley, F. Urbani, A. Karlsen y Ch. Garrity, 2006, Virginia.

Cuadro 1. Unidades Litológicas que Afloran en el Área Correspondiente al Hato “La Vergareña”, estado Bolívar, Venezuela.

Símbolo cartográfico	Provincia geológica	Grupo litológico	Unidad litológica	Litología	Edad
AXm	Imataca	Rocas del norte de Guayana	Migmatita		Arqueano a Proterozoico Temprano
AXi			Gneis		
AXgr			Rocas silíceas intrusivas		
Xa			Esquisto andesínico anfibólico		
Xm1	Cinturón de rocas verdes del norte de Guayana		Rocas metavolcánicas sin diferenciar		
Xs1			Esquisto, filita y rocas metavolcánicas sin diferenciar		
Xg1			Metagabro		
Xgr	Pastora		Cuarzo monzonita		Proterozoico Temprano
Xsp		Rocas intrusivas	Complejo Supamo	Paragneis biotítico, migmatitas, trondhjemitas, granodioritas, y monzonitas cuarcíferas	
Ymd			Diabasa		Proterozoico Medio a Mesozoico
Xsm	Cuchivero	Rocas sedimentarias, metasedimentarias y volcánicas	Rocas metasedimentarias sin diferenciar		Proterozoico Temprano
Xcc			Caicara	Riolitas, riodacitas, dacitas e ignimbritas	
Qal	-	-	Aluviones correspondientes a la planicie de inundación del río Aro		Cuaternario aluvional (Pleistoceno a Holoceno)

Nota. Cuadro elaborado con información tomada del *Mapa Geológico de Venezuela* por P. Hackley, F. Urbani, A. Karlsen y Ch. Garrity, 2006, Virginia.

A pesar de que éstas unidades litológicas aparecen mapeadas y reportadas como afloramientos en el polígono correspondiente al área de estudio, sin embargo, la literatura existente no ofrece una descripción detallada y particular para varios de esos cuerpos de roca, y además no poseen nombres de identificación o definición propios, por lo que muchos de ellos en cuanto a su litología, están descritos como parte de otras unidades litológicas mayores. Estas principales unidades litológicas que afloran en el sector de interés, se describen a continuación:

Complejo de Imataca (Proterozoico Temprano)

En general se considera que la provincia está representada por un conjunto de metasedimentos y gneises graníticos plegados en forma compleja, e intrusiones de granitos posteriores. Las edades más antiguas detectadas en rocas de la provincia de Imataca alcanzan valores entre 3.600 m.a. – 3.500 m.a., que pueden corresponder a la edad del protolito (rocas originales previas al metamorfismo).

La litología característica de este complejo son gneises félsicos y máficos intercalados con capas de cuarcitas ferruginosas, granulitas y cuerpos delgados interestratificados de rocas graníticas. En todo el complejo las rocas leucocráticas predominan y constituyen aproximadamente el 80 % de la unidad, los gneises máficos constituyen el 10 % de la secuencia, y el resto lo componen los gneises graníticos y escasas anfibolitas (Dougan, 1972; González de Juana, Iturralde de A. y Picard, 1980).

Otras litologías presentes incluyen formaciones de hierro laminadas o bandeadas, con cuarzo-magnetita y cuarzo-magnetita-ortopiroxeno; cuarcitas calco-silicatadas laminadas y granulitas máficas con ortopiroxeno, clinoprioxeno y hornblenda o biotita. Las formaciones de hierro u horizontes silico-ferruginosos o formaciones de hierro fueron denominadas así para designar las rocas metamórficas derivadas de sedimentos químicos, y rocas tales como cuarcitas y cuarcitas silicatadas, íntimamente asociadas en el campo con las formaciones de hierro.

El Complejo de Imataca es reconocido en la región Caroní-Aro-Paragua como constituido por paragneises granulíticos y migmatíticos con “boudines” de granulita (80 %); paragneises cuarzo-feldespático-hipersténicos, paragneises biotítico-hornbléndico-granatífero-grafitosos y paragneises calco-silicatados (10 %); paragneises cuarzo-feldespáticos intercalados con gneises hematíticos y horizontes de cuarcitas ferruginosas que se intercalan a su vez con ortoanfibolitas.

Supergrupo Pastora (Proterozoico Temprano)

La provincia de Pastora se caracteriza litológicamente por una secuencia de rocas volcánicas ácidas y básicas y rocas sedimentarias asociadas que han sufrido un metamorfismo de bajo grado, el cual alcanza localmente la facie de la anfibolita. La provincia de Pastora comprende rocas cuya edad se estima entre los 2.700 m.a. y 2.000 m.a. La parte inferior de esta provincia, ubicada en la región Caroní – Aro – Paragua, se considera perteneciente a su denominado Cinturón Anfibólico (Carichapo, Pastora y Botanamo). Dentro de la provincia de Pastora se encuentran diques de gabros o diabasas, intrusivos a varios niveles (González de Juana, Iturralde de A. y Picard, 1980).

En la región de Guasipati se distingue una unidad de rocas volcánicas máficas en su parte inferior y una unidad de rocas volcánicas félsicas y sedimentarias asociadas en su parte superior. La unidad máfica la identifican como Grupo Carichapo, constituida por las unidades El Callao y Cicapra, y la félsica como Yuruari, con lo cual elevan a esta unidad al rango de Supergrupo, excluyendo a Caballape, que se indica separada del mismo por una discordancia angular (Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología, 1997).

El Grupo Carichapo está constituido por anfibolitas de color gris verdoso oscuro a negro, grano fino, densas a finamente foliadas. Estas rocas representan lavas básicas, tobas y brechas tobáceas afectadas por un metamorfismo regional de la facie de la anfibolita almandínica (González de Juana, Iturralde de A. y Picard, 1980).

La parte superior del Supergrupo Pastora representada por la unidad litológica Yuruari, es esencialmente un producto de volcanismo dacítico o riódacítico muy bien desarrollado en su parte media y superior, donde contiene lavas, brechas y tobas, además de areniscas y limolitas feldespáticas de estratificación delgada. En la parte inferior contiene filitas manganesíferas y graníticas de estratificación fina, interlaminada con limolitas feldespáticas y con filitas cloríticas (Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología, 1997).

Complejo de Supamo (Supergrupo Pastora – Proterozoico Temprano)

Consiste de paragneis biotítico, migmatitas y rocas ígneas ácidas pobres en feldespato potásico. Se incluyen además en la litología de esta unidad, trondhjemitas, granodioritas y monzonitas cuarcíferas dentro de las ígneas ácidas. Dentro del conjunto de rocas de la región del Alto Supamo, se distinguen tonalitas, trondhjemitas y granodioritas, así como gneises tonalíticos, trondhjemíticos y estrechas franjas migmatíticas.

Para la región del Alto Supamo se describen tonalitas, cuya composición mineralógica consiste principalmente en plagioclasa, oligoclasa o albita, cuarzo, biotita, hornblenda y cantidades menores de microclino; los accesorios más comunes son esfena, apatito, circón y clorita, y zoisita y epidoto como secundarios. Por su parte, las trondhjemitas son de grano fino a medio, y consisten principalmente en plagioclasa, cuarzo y cantidades menores de microclino y biotita; como accesorios, presentan esfena, apatito y circón y como secundarios, moscovita, clorita, epidoto y zoisita (González de Juana, Iturralde de A. y Picard, 1980).

Grupo Cuchivero (Proterozoico Temprano)

Litológicamente la provincia está compuesta por grandes extensiones de rocas plutónicas de emplazamiento epizonal y epimesozonal, y rocas metavolcánicas y metasedimentarias, éstas últimas en menor proporción. Dentro de las rocas plutónicas predominan los granitos alcalinos, granitos y cuarzomonzonitas, con granodioritas y tonalitas menos frecuentes y escasas dioritas.

En las volcánicas dominan los tipos ácidos representados por extensos depósitos de flujos de cenizas y proporciones menores de tobas de cenizas y lavas, con composición de riolita alcalina, riolita, riodacita, dacita y latita cuarcífera (Talukdar y Colveé, 1977; González de Juana, Iturralde de A. y Picard, 1980).

La provincia estructural de Cuchivero representa un período de tiempo entre 1.900 m.a. y 1.400 m.a., y parece haberse desarrollado sobre una corteza continental preexistente. El Grupo Cuchivero comprende la siguiente secuencia, de más vieja a más joven: Unidad litológica Caicara, Granito de Guaniamito, Granito de Santa Rosalía y Leucogranito de San Pedro.

El basamento del Grupo Cuchivero es desconocido y el tope está cubierto parcialmente por rocas del Grupo Roraima. Dentro de las rocas que componen al Grupo Cuchivero se encuentran diques de rocas básicas (González de Juana, Iturralde de A. y Picard, 1980).

Unidad Litológica Caicara (Grupo Cuchivero – Proterozoico Temprano)

Presentan fundamentalmente un marcado carácter piroclástico, incluyendo diferentes tipos litológicos: Tobas de ceniza, tobas de lapilli, ignimbritas y brechas volcánicas. También se encuentran presentes algunas efusiones lávicas de carácter ácido e intermedio (riolitas y andesitas), así como también rocas porfídicas de composición intermedia a ácida (Moreno, Lira y Tylki, 1985).

En la región de la sección tipo se describe la presencia de riolitas y riolitas porfídicas con matriz de grano fino a medio e indicios de flujo en algunas muestras, seguidas en orden de abundancia por riodacitas y dacitas porfídicas, con indicios de mineralización de piratas y recristalización evidente. La secuencia contiene bandas de rocas afaníticas mineralizadas muy ricas en cuarzo, que parecen ser tobas cristalinas silicificadas (González de Juana, Iturralde de A. y Picard, 1980).

La composición mineralógica es muy similar en toda la región; cuarzo (30 % - 60 %); y feldespato (25 % - 60 %) como microclino perfitico, microclino y plagioclasa (albita y andesina). La biotita es el principal constituyente ferromagnesiano (hasta un 5%). Como minerales accesorios se distinguen: Epidoto, muscovita, piritita y óxidos de hierro (Petróleos de Venezuela, S. A. – Intevep, 1996).

Grupo La Vergareña (Grupo Cuchivero – Proterozoico Temprano)

Este grupo está constituido por dos unidades litológicas: Bajo Hondo en la base y Casabe en la parte superior. Es una secuencia volcánica ácida e intermedia con sus equivalentes piroclásticos y epiclásticos, acumulada en el borde cratónico del escudo de Guayana.

La unidad litológica Bajo Hondo consiste en flujos tobáceos riolíticos y riodacíticos, areniscas tobáceas, tobas eutaxíticas e ignimbritas extensamente expuestas entre los ríos Aro y Paragua. Y la unidad litológica Casabe suprayace a la anterior o es su equivalente lateral acuñada hacia el norte; consiste en flujo porfídico riolítico, dacítico, riodacítico y latítico hacia la parte superior.

Sobre la superficie erosionada del Grupo La Vergareña descansa el Grupo Roraima con gran discordancia angular. El grupo adquiere gran desarrollo en la región Aro – Aza, acuñándose progresivamente hacia el este hasta casi desaparecer en el río Caroní, donde aflora en forma de diques o como xenolitos incluidos en el Granito de Karana (Martín, Ascanio, Candiales, Ríos y Luchsinger, 1975).

El Grupo La Vergareña se depositó sobre un basamento constituido por el Gneis de El Cidral (facies Las Yeguas), el cual, reactivado, intrusión a la unidad litológica Bajo Hondo, observándose apófisis en la serranía de Las Yeguas. Las unidades litológicas que conforman el Grupo La Vergareña, son intrusionadas también por el Granito alcalino de La Paragua, con desarrollo de honrfels, observándose en estas zonas diques aplíticos y microgranito cizallado (Graterol y Moscarella, 1985).

Aspectos Morfológicos

Hacia el norte del estado Bolívar la peniplanicie del escudo Guayanés se presenta a manera de plataforma, interrumpida por cerros y lomas de origen ígneo o metamórfico, testigos de una superficie más alta que las tierras bajas actuales.

El paisaje guayanés en la zona norteña se compone de breves llanadas, separadas por roquedos negruzcos en “pan de azúcar” o en cúpulas, cuyas vertientes aparecen salpicadas de hoyos o se deshacen en escamas rocosas. La erosión ha dejado al descubierto vastas planicies, donde afloran las rocas ígneas del basamento o intrusiones magmáticas posteriores (gabros) (Vila, 1969).

El área presenta un paisaje de penillanura de ligera a moderada ondulación, que corresponde a una evolución de un antiguo nivel de superficie de erosión fuertemente desmantelado y transformado en relieve tipo media naranja, cuyas alturas variables son productos de la erosión diferencial (Maraven, 1990; Arismendi, 2007).

Las sabanas del río Paragua comprenden un área de 6.900 Km² y han sido poco estudiadas hasta el presente, a pesar de ser el Paragua el mayor afluente del Caroní. En general sus terrenos son fuertemente ondulados y cubiertos por selvas densas (Hernández, 1987).

Evolución Geomorfológica

Desde el punto de vista morfo genético y evolutivo, el área correspondiente al escudo de Guayana en su expresión en el territorio venezolano, muestra evidencias de que este sector de la geografía nacional ha estado sometido a intensos y cíclicos procesos erosivos, posiblemente vinculados con cambios climáticos importantes que se han suscitado en el planeta probablemente desde el Mesozoico, y que han dejado como huellas superficies de aplanamiento o de erosión.

De acuerdo con Briceño y Schubert (1990), seis superficies de erosión han sido reconocidas en el escudo de Guayana. La formación de las superficies de erosión en el escudo de Guayana probablemente comenzó en el Precámbrico, de las cuales no existen vestigios preservados en la actualidad.

Las seis superficies de erosión que se reconocen actualmente en el área del escudo de Guayana, se describen brevemente a continuación en orden cronológico ascendente (Briceño y Schubert, 1990):

1. *Superficie Auyán-Tepuy (¿Mesozoico?)*: Esta superficie se presenta a elevaciones entre 2000 msnm y 2900 msnm. En la actualidad esta superficie forma la cima de las altiplanicies (tepuyes), cortando a la cuarcitas precámbricas del Grupo Roraima. La edad de iniciación de esta superficie no puede ser inferida con exactitud, sin embargo, se le ha asignado como una edad razonable, pero aun así especulativa, Mesozoico (¿Jurásico?), aunque una edad de iniciación más vieja le puede ser adjudicada.
2. *Superficie Wonkén (¿Mesozoico?)*: Con una elevación de 900 msnm a 1200 msnm, representa a la superficie principal que conforma a la Gran Sabana (áreas bajas circundantes a los tepuyes), la cual se ha formado sobre rocas del Grupo Roraima.
3. *Superficie Imataca (Terciario Temprano)*: Se ubica a elevaciones entre 600 msnm y 700 msnm, cortando tanto a las formaciones inferiores del Grupo Roraima, como a las rocas ígneo-metamórficas del basamento infrayacente. Por esta razón, una edad Terciario Temprano ha sido asignada a la superficie Imataca. Esta es la última superficie para la cual existe un criterio de edad razonable para su iniciación, atribuyéndosele como Mesozoica.
4. *Superficie Aro – Caroní (Oligo-Mioceno)*: Esta superficie se ubica a elevaciones entre 200 msnm y 450 msnm; fue formada sobre las rocas del basamento del escudo de Guayana (provincias de Imataca, Pastora y Cuchivero). Esta superficie se caracteriza por la presencia de inselbergs con cimas redondeadas cubiertas por pisolitas. Cabe destacar, que es precisamente sobre esta superficie de erosión Aro

– Caroní, sobre la cual se ha desarrollado la morfología del terreno que caracteriza al área del hato “La Vergareña”, de interés para el presente reconocimiento.

5. *Superficie Los Llanos (Plio-Pleistoceno)*: La superficie de erosión Los Llanos se eleva entre 90 msnm y 150 msnm, en general coincide con el tope de la Formación Mesa (arenas y limos del Pleistoceno) al norte del río Orinoco, y fue formada también sobre al basamento rocoso que aflora al sur de éste. La superficie de Los Llanos es, por consiguiente, una superficie depositacional.
6. *Superficie Planicie Aluvial del Orinoco (Holoceno)*: Esta comprende elevaciones desde 0 msnm hasta 50 msnm. Tal como su nombre lo sugiere, esta superficie consiste principalmente de la planicie aluvial actual de ese río, y fue depositada durante un alza del nivel del mar en el Holoceno.

Formas de Relieve

De acuerdo con Guzmán (1986), los principales paisajes fisiográficos modelados sobre el basamento ígneo que aflora en los predios del hato “La Vergareña”, corresponden a penillanuras con diferentes grados de erosión, en las que destacan topográficamente cerros y colinas (inselbergs) de diferentes alturas y grados de disección.

Según Hernández (1987), el área de interés de este trabajo se ubica dentro de la unidad morfológica denominada llanuras de erosión onduladas, y en específico a las llamadas llanuras onduladas suaves con colinas aisladas de roca dura. Las pendientes de estas tierras están entre el 3 % y el 7 %. Este tipo de llanura se forma en áreas donde ocurren rocas macizas. Excepto en las colinas de roca dura aisladas, las penillanuras han sido profundamente meteorizadas, especialmente en las quebradas de cabecera, donde se produce una topografía de barrancales.

Las colinas y montículos son, en parte, residuos erosionales sobre la penillanura y también, parcialmente una antigua topografía que sobresale a través de la capa sedimentaria donde llanuras aluviales lavadas cubren

zonas extensas. Las arenas sueltas cubren áreas muy grandes, se presentan además guijarros ferruginosos en las depresiones y cauces fluviales, factibles de ser utilizados en la construcción de caminos.

Entre los tipos de paisajes presentes en el hato “La Vergareña”, se observan colinas altas, colinas bajas, planicie aluvial, penillanura moderadamente ondulada, penillanura ligeramente ondulada y llanura antigua. Para los sectores de interés en el presente trabajo (Aserradero, Lote Boscoso La Atascosa y vialidad entre ambas áreas), la morfología del terreno se caracteriza fundamentalmente por la presencia de penillanuras ligeramente y moderadamente onduladas (Gráfico 3), en las que las colinas que mayor destacan por su altura (principalmente en la penillanura moderadamente ondulada), se corresponden con los denominados montes islas (inselbergs).



Gráfico 3. Panorámicas correspondientes a los terrenos donde se ubican las vialidades que comunican al aserradero con el lote boscoso La Atascosa, se puede apreciar que se trata de superficies de erosión (penillanuras) ligera a moderadamente onduladas.

Dentro de este tipo de morfología modelada sobre materiales ígneos intrusivos, en el área del hato “La Vergareña” se pueden reconocer distintos tipos de formas residuales (inselbergs) con caracteres distintivos de cada una de ellas, que no son más que etapas evolutivas en el proceso de desmantelamiento (meteorización y erosión) de la litología que es degradada. En otras palabras, estas formas de relieve proceden de modelados diferenciales, consecuentes a una meteorización y erosión selectivas: La primera define los rasgos característicos, siendo su modalidad química o descomposición la más importante; la segunda se limita a desmantelar la porción alterada (regolita).

En este sentido, las formas residuales o etapas de la evolución de la alteración y desmantelamiento de los inselbergs, comprenden las que se describen a continuación, y las cuales se pueden observar en las áreas de colinas en los predios del hato “La Vergareña”:

1. *Crestones y Crestas*: Son formas con patrones de diaclasamiento dominante subverticales a verticales; con fracturamiento solo en los bordes del afloramiento; con predominancia de rocas de grano fino y diques; textura más propensa apretada; baja o nula capacidad para la penetración de agua; muy baja capacidad para el desarrollo edáfico y productivo, sólo a favor de algún diaclasado horizontal; corresponde a una forma de relieve poco evolucionada (juvenil), y su alteración meteórica es muy baja (Gráfico 4).

2. *Domos (campaniformes)*: Son formas con patrones de diaclasamiento dominante curvo; con fracturamiento solo en los bordes del afloramiento; con predominancia de rocas poco biotíticas de grano medio y/o porfídica; textura más propensa apretada; baja o nula capacidad para la penetración de agua; muy baja capacidad para el desarrollo



Gráfico 4. Panorámicas en las que se observan las formas de relieve residuales tipo crestas y crestones, controladas por patrones de diaclasas subverticales a verticales.

edáfico y productivo, sólo en algún diaclasado algo abierto; corresponde a una forma de relieve poco evolucionada (juvenil), y su alteración meteórica es muy baja (Gráfico 5).

3. *Berrocales (domos degradados)*: Son formas con patrones de diaclasamiento (curvo y radial) dominante casi cerrado; con fracturamiento solo en los bordes del afloramiento; con predominancia de diversos tipos mineralógicos de granitoides; textura más propensa apretada; media a baja capacidad para la penetración de agua, porosidad selectiva a favor del diaclasado más abierto; baja capacidad para el desarrollo edáfico y productivo, a favor de las diaclasas; corresponde a una forma de



Gráfico 5. Panorámicas en las que se observan colinas cuyas morfologías denotan formas de relieve residuales tipo domos campaniformes.

relieve evolucionada (madura), y su alteración meteórica es baja y discontinua (Gráfico 6).

4. *Pedrizas (berrocal degradado)*: Son formas con patrones de diaclasamiento dominante ortogonal (curvo y radial) abierto; con fracturamiento discontinuo; con predominancia de diversos tipos mineralógicos de granitoides; textura más propensa ligeramente apretada; capacidad media para la penetración de agua, porosidad selectiva a favor de las discontinuidades del diaclasado; media a baja capacidad para el desarrollo edáfico y productivo, desarrollo de suelos y vegetación en diaclasas abiertas; corresponde a una forma de relieve bastante evolucionada (madura), y su alteración meteórica es alta y muy discontinua (Gráfico 7).



Gráfico 6. Panorámicas donde se observan formas de relieve residuales tipo berrocales (domos degradados), con fragmentos de roca casi redondeados en algunos casos, producto del control que ejercen los patrones de diaclasas.

4. *Tors y Lanchares (bolos sobre áreas arenizadas y lanchas):* Son formas con patrones de diaclasamiento dominante horizontal; con fracturamiento discontinuo; con predominancia del tipo mineralógico de granitoide biotítico de grano grueso; textura más propensa de tipo granuda; capacidad media para la penetración de agua; capacidad media para el desarrollo edáfico y productivo, desarrollo discontinuo de suelos y vegetación; corresponde a una forma de relieve bastante evolucionada (senil), y su alteración meteórica es alta pero discontinua (Gráfico 8).

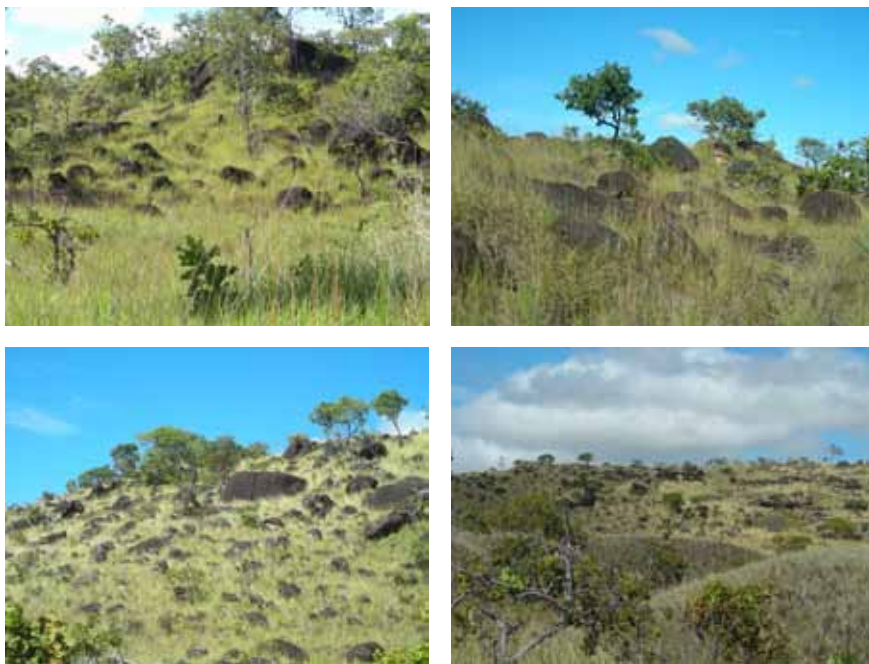


Gráfico 7. Panorámicas en las que se observan formas de relieve residuales tipo pedrizas (berrocales degradados), con fragmentos de roca redondeados, producto del control que ejercen los patrones de diaclasas y la meteorización esférica.

5. *Alteración generalizada (arenización)*: Producto de alteración meteórica cuyos patrones de diaclasas no son reconocibles; con fracturamiento muy denso en todo el dominio; con predominancia del tipo mineralógico de granitoide biotítico de grano grueso; textura más propensa de tipo granuda; alta capacidad para la penetración de agua, material poroso; alta capacidad para el desarrollo edáfico y productivo, buen desarrollo de suelos en todo el dominio; corresponde a una forma de relieve muy evolucionada (senil), y su alteración meteórica es total.



Gráfico 8. Panorámicas en las que se observan formas de relieve residuales tipo tors, caracterizadas por la superposición de bloques en formas de torres en equilibrio, controladas por patrones de diaclasas horizontales.

Los domos o inselbergs y crestones, representan las formas primarias en un paisaje granítico y su origen muestra clara relación con el diaclasado. Para explicar la génesis de un domo se han propuesto modelos superficiales y subcutáneos, si bien, aun cuando influya la posterior evolución superficial o “casi superficial”, el inicio del proceso siempre será subcutáneo (Pedraza, 1996; Gutiérrez, 2001).

Todo relieve granítico exhumado, al iniciar su evolución en condiciones subaéreas, pasa por una serie de etapas que, según una escala ideal, le conducen desde formas dómicas o crestas a berrocales, pedrizas, lanchares (frecuentemente son el flanco o techo de un domo parcialmente exhumado, o en proceso de exhumación), acumulaciones de bolos, bolos dispersos y áreas arenizadas en franjas preferenciales o superficies más amplias (Gráfico 9) (Pedraza, 1996; Gutiérrez, 2001).



Gráfico 9. Esquema aplicado al Sistema Central español, presentando las formas más comunes en paisajes graníticos y la relación con sus factores genéticos. Tomado de *Geomorfología: Principios, métodos y aplicaciones* por J. de Pedraza, 1996, Madrid.

Con relación a los procesos vinculados a la génesis de estas formas de relieve, fundamentalmente uno de los principales actores es la meteorización, y en especial del tipo química, en la que el agua de escurrimiento laminar sobre los afloramientos graníticos, representa el agente con mayor peso en el proceso de alteración y degradación de la litología aflorante. Su ataque se realiza por excelencia a través de los planos de diaclasamiento.

Dependiendo de los patrones de diaclasamiento que se presenten en los afloramientos rocosos (radiales y curvos), estos pueden meteorizarse por desprendimiento de lajas o escamas, proceso de disgregación que se conoce precisamente como descamación. La combinación de distintos patrones de fracturas (diaclasas) en el mismo afloramiento litológico, puede conllevar a que el ataque químico del agua a través de todos esos planos de debilidad, origine bolas líticas (esferas), las cuales son el producto de lo que se conoce como meteorización esferoidal.

Otros rasgos morfológicos presentes en el área relacionados con procesos erosivos, están vinculados a la red drenaje, la cual al discurrir por los valles intercolinares sobre el manto de alteración (regolita), generan surcos alargados y de cierta profundidad, que pudieran evolucionar a formas tipo cárcavas, sin embargo, en algunas laderas de colinas, también se observaron los efectos marcados de la erosión (Gráfico 10).

Topografía

Debido a la gran extensión de terreno que abarca el hato “La Vergareña”, posee una variedad de paisajes, lo cual es el producto de la confluencia de diferentes agentes morfodinámicos sobre la litología del lugar.

Hacia el oeste del área se encuentra un sector montañoso, con elevaciones de baja a mediana altura y pequeños valles, y en el cual destaca el cerro la Coroba (más de 500 msnm), que van disminuyendo de altitud y pasando a una superficie de erosión (penillanura) que se extiende hacia el este. El área baja o de penillanura presenta una topografía que va desde plana a ligera y moderadamente ondulada, hasta encontrar una serranía de baja a mediana altura, donde se encuentran los cerros La Torre, Del Medio y La Bombonera.

Como ya se indicó, la topografía es de plana a ligera y moderadamente ondulada, sin embargo, existen sectores con pendientes pronunciadas o con presencia de inselbergs, que no son recomendables para el aprovechamiento forestal o el fomento de sistemas agroforestales y plantaciones comerciales.

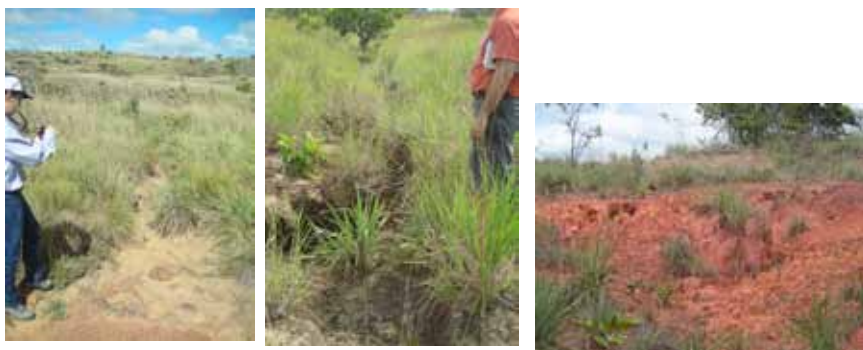


Gráfico 10. Evidencias de procesos erosivos sobre materiales regolíticos, expresados en la formación de surcos y cárcavas en las depresiones intercolinarias y en algunos casos en las laderas de las colinas.

No se disponen de datos sobre la distribución del territorio por rangos de pendientes, pero se estima que entre el 65 % y el 90 % del área corresponde a sitios planos o ligeramente ondulados aptos para el empleo de la mecanización. Los sectores quebrados del hatu no se han tenido en cuenta debido a su menor potencial productivo, la imposibilidad de mecanizar las operaciones y la presencia de muchos afloramientos rocosos.

CONCLUSIONES

El área estudiada (hatu “La Vergareña”) presenta un paisaje de penillanura o peniplanicie ligeramente a moderadamente ondulada, correspondiente a un antiguo nivel de superficie de erosión (Aro – Caroní / Oligo-Mioceno) fuertemente desmantelado, en el que afloran las rocas ígneas del basamento (principalmente del Grupo Cuchivero), y transformado en un relieve residual.

Se caracteriza por una topografía de cerros y colinas (montes islas o inselbergs), cuyas alturas variables y grados de disección son productos de la erosión diferencial. Las pendientes del sector están entre 3 % y 7 %.

En el área de estudio se reconocieron distintos tipos de formas residuales (inselbergs) con sus rasgos particulares, correspondientes a diversas etapas evolutivas del proceso de desmantelamiento (meteorización y erosión) de la litología: (a) crestones y crestas, (b) domos (campaniformes), (c) berrocales (domos degradados), (d) pedrizas (berrocal degradado), (e) tors y lanchares (bolos sobre áreas arenizadas y lanchas), y (f) alteración generalizada (arenización).

REFERENCIAS

- Arismendi, J. (2007). Presentación geográfica de las formas de relieve. En *GeoVenezuela 2: Medio físico y recursos ambientales* (pp. 128-182). Caracas, Venezuela: Fundación Empresas Polar

- Briceño, H. y Schubert, C. (1990). Geomorphology of the Gran Sabana, Guayana Shield, southeastern Venezuela. *Geomorphology*, 3, 125-141
- Caura, S. A. (2010a). *Estudio de impacto ambiental y sociocultural para el aprovechamiento forestal del lote boscoso "La Atascosa" en la Unidad de Producción Socialista "Manuel Carlos Piar"*. Caracas, Venezuela; Autor
- Caura, S. A. (2010b). *Estudio de impacto ambiental y sociocultural para la construcción y operación del Complejo Industrial Forestal en la Unidad de Producción Socialista "Manuel Carlos Piar"*. Caracas, Venezuela; Autor
- Dougan, T. (1972). Origen y metamorfismo de los gneises de Imataca y Los Indios, rocas Pre-Cámbricas de la región de Los Indios – El Pilar, estado Bolívar, Venezuela. En Memoria del Cuarto Congreso Geológico Venezolano (t. III, pp. 1337-1548). *Boletín de Geología* (Publicación Especial N° 5). Caracas, Venezuela: Sucre
- Elizalde, G., Vilorio, J. y Rosales, A. (2007). Geografía de suelos de Venezuela. En *GeoVenezuela 2: Medio físico y recursos ambientales* (pp. 402-537). Caracas, Venezuela: Fundación Empresas Polar
- González de Juana, C., Iturralde de A., J., y Picard, X. (1980). *Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas* (t. I). Caracas, Venezuela: Foninves
- Google Maps. (2013). [Página Web en Línea]. Disponible: maps.google.co.ve [Consulta: 2011, Junio 7]
- Graterol, V. y Moscarella, T. (1985). Paleomagnetismo de las unidades graníticas de la provincia geológica de Pastora, estado Bolívar, Venezuela. En Memoria I Simposium Amazónico. *Boletín de Geología* (Publicación Especial N° 10, pp 351-360). Puerto Ayacucho, Venezuela: Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología
- Gutiérrez, M. (2001). *Geomorfología climática*. Barcelona, España: Omega
- Guzmán, F. (1986). Aspectos fisiográficos y edáficos de la cuenca del Caroní. *Interciencia*, 11 (6), 290-294
- Hackley, P., Urbani, F., Karlsen, A. y Garrity, Ch. (2006). *Mapa Geológico de Venezuela* [Mapa a escala 1:750.000]. Virginia, USA: United States Geological Survey / Universidad Central de Venezuela – Escuela

de Geología, Minas y Geofísica / Fundación de Investigaciones Sismológicas

Hernández, R. (1987). *Geografía del estado Bolívar*. Caracas, Venezuela: Academia Nacional de la Historia

Hétier, J., Schargel, R., Vallejo, O., Sarmiento, G. y Gómez, C. (1992). Les sols de savane des llanos vénézuéliens et le sol ferrugineux tropical de Barinas. *Cah. Orstom, sér. Pédol*, 27 (2), 167-202

Maraven. (1990). *Región Guayana 6: Estado Bolívar* (Serie Estudios Regionales / Sistemas Ambientales Venezolanos). Caracas, Venezuela: Ediciones Maraven

Martín, C., Ascanio, G., Candiales, L., Ríos, J. y Luchsinger, S. (1975). Excursión geológica N° 6: Puerto Ordaz – La Vergareña. En Memoria del Segundo Congreso Latinoamericano de Geología (t. I, pp. 371-388). *Boletín de Geología* (Publicación Especial N° 7). Caracas, Venezuela: Sucre

Mendoza, v. (2005). Evolución geotectónica y recursos minerales del escudo de Guayana en Venezuela. En I Simposio de Estratotipos de Venezuela. *Geos*, 38, 61-64

Menéndez, A. (1995). Cinturones de rocas verdes paleoproterozoicos del escudo de Guayana en Venezuela: Geología y potencial aurífero. *Boletín de Geología* (Publicación Especial N° 10), 305-321. Caracas, Venezuela: Ministerio de Energía y Minas

Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología. (1997). Léxico estratigráfico de Venezuela (3a. ed., ts. I y II). *Boletín de Geología* (Publicación Especial N° 12). Caracas, Venezuela: Autor.

Mogollón, L. y Comerma, J. (1999). *Suelos de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Palmaven.

Moreno, L., Lira, P. y Tylki, R. (1985). Reconocimiento geológico del Alto Paragua. En Memoria I Simposium Amazónico. *Boletín de Geología* (Publicación Especial N° 10, pp 100-115). Puerto Ayacucho, Venezuela: Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología.

Pedraza, J. de. (1996). *Geomorfología: Principios, métodos y aplicaciones*. Madrid, España: Rueda.

- Petróleos de Venezuela, S. A. – Intevep. (1996). *Léxico estratigráfico electrónico de Venezuela* [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.pdvsa.com/lexico> [Consulta: 2009, Noviembre 1]
- Talukdar, S. y Colveé, P. (1977). Algunos aspectos geológicos de la provincia estructural de Cuchivero, escudo de Guayana. *Geos*, 23, 23.
- Torres, J., Rodríguez, E., Navas, M. y Rodríguez, P. (1985). Estudio sedimentológico en el río Paragua, estado Bolívar, Venezuela. En *Memorias del VI Congreso Geológico Venezolano* (pp. 2207-2225). Caracas, Venezuela: Sociedad Venezolana de Geólogos / Colegio de Ingenieros de Venezuela.
- Vila, P. (1969). *Geografía de Venezuela 1: El territorio nacional y su ambiente físico*. Caracas, Venezuela: Ediciones del Ministerio de Educación.
- Yáñez, G. (1985). Geología y geomorfología del Grupo Roraima en el sureste de Venezuela. En *Memorias del VI Congreso Geológico Venezolano* (pp. 1243-1306). Caracas, Venezuela: Sociedad Venezolana de Geólogos / Colegio de Ingenieros de Venezuela.

