

Geomorfología de los sistemas de abanicos aluviales localizados en el trayecto Yaritagua-Guama, estado Yaracuy-Venezuela

Geomorphology of the alluvial fans system located between Yaritagua and Guama, Yaracuy State-Venezuela

González Orlando¹, Bezada Maximiliano¹ y Millán Zuly²

Recibido: febrero, 2011 / Aceptado: febrero, 2012

Resumen

La región de Yaritagua-Las Piedras y Campo Elías-Guama en el estado Yaracuy está constituida por un sistema de abanicos coalescentes de diferentes edades. El propósito de este trabajo es describir y analizar los procesos geomorfológicos que actuaron en su formación. La metodología se basó en el análisis documental, la descripción de campo y la fotointerpretación del área. Los resultados indican que los abanicos fueron construidos esencialmente por flujos de corrientes asociados con facies Gm, Gt y Sh, y con flujos de detritos asociados con facies Gms. Comúnmente, se observa la alternancia de dichas facies con las de tipo carbonáticas P, las cuales son indicadores de climas más áridos que el actual en la región. La distribución espacial, la geometría y la reactivación de los procesos geomorfológicos de estos abanicos aluviales sugieren un control neotectónico durante el Holoceno.

Palabras clave: Abanicos aluviales; procesos geomorfológicos; cuaternario; estado Yaracuy.

Abstract

The region of Yaritagua-Las Piedras and Campo Elías-Guama in Yaracuy state, Venezuela is composed by one system of alluvial fans of different ages. The purpose of this work is to describe and to analyze the geomorphological processes responsible for its formation. The methodology was based on the analysis of documents, the field description and the photo interpretation of the area. The results indicate that these alluvial fans were built up by stream flows related to facies Gm, Gt, and Sh, and with debris flows associated with Gms facies. It is common to observe alternances of these facies with the ones of the type carbonatic P, which are indicators of climates more arid than the current one in the region. The alluvial fan spatial distribution, its geometry and the reactivation of the geomorphological processes suggested a neotectonic control during the Holocene.

Key words: Alluvial fans; geomorphological processes; Quaternary; Yaracuy state.

1 Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Departamento de Ciencias de la Tierra, Núcleo de Investigación Estudios del Medio Físico Venezolano. Caracas-Venezuela. Correo electrónico: orlandojose57@yahoo.com.mx; mbezada@cantv.net

2 Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Departamento de Matemáticas y Física, Núcleo de Investigación Estudios del Medio Físico Venezolano. Caracas-Venezuela. Correo electrónico: zumibo2@yahoo.com

1. Introducción

Los abanicos aluviales han sido considerados como sistemas de transferencia de materiales erosionados en áreas montañosas, y destinados a ser depositados en cuencas adyacentes, y son elementos comunes en ambientes con condiciones climáticas diferentes (Gómez-Villar, 1996). Su creación es el resultado de una compleja interacción entre el clima y la tectónica, explicada por medio de las características topográficas, la geología e hidrología de la cuenca, por procesos de remoción en masa (deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos o derrubios) y por procesos de erosión que requieren condiciones geomorfológicas similares para su formación. Los abanicos aluviales han sido clasificados de acuerdo al régimen climático imperante en la zona de depositación en abanicos aluviales de clima árido y de abanicos de clima húmedo (Gustaufson, 1974; Boothroyd & Ashley 1975; Gómez-Villar, 1996).

Los procesos que intervienen en la formación de los abanicos aluviales y los sedimentos que los constituyen han sido tratados por algunos investigadores en diferentes ambientes sedimentarios (Reineck y Singh, 1975; Nielsen, 1982; Miall, 1990). En general, en la literatura se han señalado dos procesos fundamentales para la formación de los abanicos aluviales en función de su ambiente de formación; estos son los procesos relacionados con los flujos por corriente (*stream flood*) y los asociados a los flujos de detritos (*debris flood*), (Nielsen, 1982; Harvey, 1984). En cuanto a los factores que

controlan el desarrollo de estos depósitos se han señalado la tectónica, el clima y la vegetación, la topografía y la litología (Nielsen, 1982; Casas-Sainz, 1995).

Por otro lado, Vivas (1992) señala que los procesos de sedimentación que edifican al abanico, no se producen como tradicionalmente se afirma, es decir, por un cambio abrupto del gradiente del perfil longitudinal del curso de agua, pues la mayor parte de los abanicos tiene en las áreas cercanas a sus vértices inclinaciones similares a las de la corriente que les dio origen. Por lo tanto, la depositación se efectúa más bien debido a cambios en la geometría hidráulica del flujo, después que la corriente deja de estar confinada a un canal más profundo y estrecho. Según este investigador, el aumento de la anchura del lecho y la consecuente disminución de profundidad y velocidad del flujo, determinan que el curso de agua a la salida de su sección más angosta y abrupta, deposite sus sedimentos a manera de explayamiento de abanico.

Los sistemas de abanicos aluviales cuaternarios en Venezuela, han recibido poca atención por parte de los investigadores del área quizás por el poco interés económico que tienen estos depósitos sedimentarios. La mayoría de los estudios que se han llevado a cabo en el país, con respecto a este tipo de acumulación sedimentaria, han sido desde el punto de vista geológico y se relacionan con la descripción petrológica, facies sedimentarias, ambientes de sedimentación y cronología cuaternaria (Seiders, 1965; Picard y Pimentel, 1968; Picard y Goddard, 1975; Tarache, 1975; Picard,

1976; Bellizia y Rodríguez, 1976; Canelón y Ramírez, 1977; García y Campos, 1972; González de Juana *et al.*, 1980; Schubert y Vivas, 1995; Méndez-Baamonde, 1997). Sin embargo, algunos estudios relacionados con la génesis, morfometría y aspectos neotectónicos de abanicos aluviales han sido realizados por Tricart (1966), Giraldo (1985), Suárez (1997), Casas-Sainz (1995) y Ayala (2006).

El propósito de este estudio consistió en describir y analizar la evolución geomorfológica general, de un sistema de abanicos aluviales cuaternarios de diferente edad (Pleistoceno-Holoceno), localizados entre la región de Yaritagua y Guama y áreas adyacentes en la depresión del río Yaracuy como parte de un estudio de mayor alcance en el área. El análisis incluye algunos aspectos sedimentológicos, mecanismos de transporte y aspectos neotectónicos.

2. Área de estudio

El área de estudio se localiza entre las poblaciones de Yaritagua-Las Piedras y Campo Elías-Guama. Sus coordenadas geográficas son: 10°05'20'' y 10°06'45'' de latitud Norte y 69°02'10'' y 69°22'40'' de longitud Oeste (Figura 1; González *et al.*, 2008). Topográficamente, la región se caracteriza por la presencia de un sector montañoso de topografía abrupta, con pendientes superiores al 30%, con elevaciones que oscilan entre 600 msnm y 1.700 msnm y un sector de topografía relativamente suave, constituido por los abanicos alu-

viales con elevaciones comprendidas entre 200 msnm y 600 msnm, y pendientes que varían entre 4 y 6% aproximadamente.

Los principales cursos fluviales que circundan la zona estudiada están representados por los ríos Los Santos, Urachiche, Conuima, Grande, Poa-Poa, Agua Dulce, Guama y Cocorote (Figura 2; González *et al.*, 2008). En su cuenca alta, estos ríos forman una red de drenaje del tipo dendrítico a subdendrítico, mientras que en la cuenca baja el modelo de drenaje es del tipo subparalelo. En la cuenca alta de los cursos fluviales previamente señalados, se desarrollan procesos asociados a los movimientos de masa, mientras que la cuenca baja de estos ríos se caracteriza por la presencia de abanicos aluviales coalescentes, fuertemente disectados por la red de drenaje superficial y muestran claras evidencias de actividad tectónica reciente, la cual se manifiesta a través de rasgos geomorfológicos como la presencia de lomos de falla, drenajes desplazados, crestas de fallas lineales, facetas triangulares y abanicos aluviales levantados y desplazados (Schubert, 1982; Giraldo, 1985; Casas-Sainz, 1995; González, 2006), (Figura 2). Geomorfológicamente, el área de estudio se localiza en la serranía de Aroa que a su vez forma parte de una unidad geomorfológica mayor representada por el sistema orográfico de la cordillera de la Costa.

Desde el punto de vista geológico, la región en estudio está conformada por rocas de edad Mesozoico y por sedimentos de edad Cuaternario. Las rocas de edad Mesozoico se relacionan con la

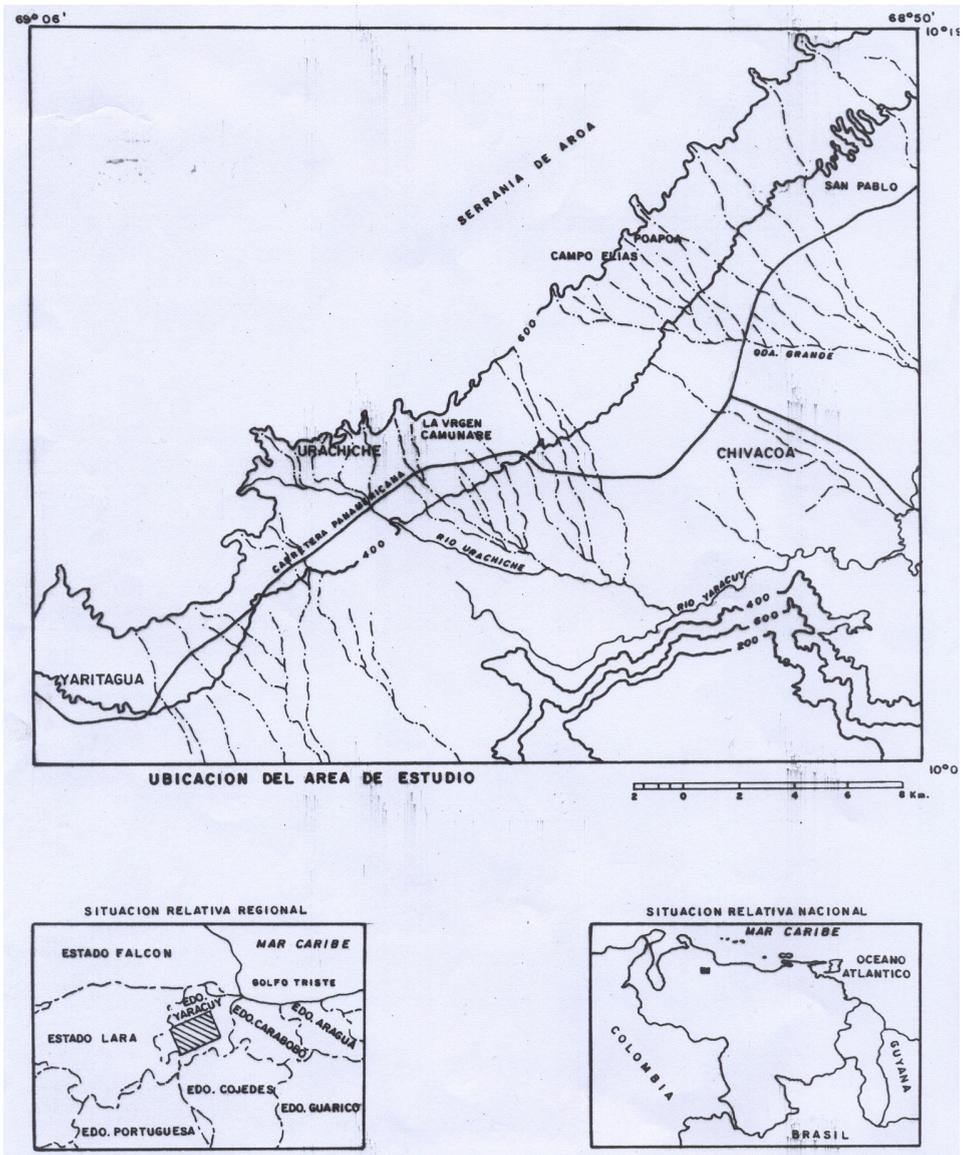


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio

Formación Las Brisas, la cual está constituida por esquistos cuarzo-micáceos-feldespáticos, esquistos gnéisicos y gneises cuarzo feldespáticos y por la Formación Nirgua, que se compone esencialmente

de esquistos cuarzo-micáceos, esquistos grafitosos, calizas, anfibolitas y mármoles (Bellizia y Rodríguez, 1968; Bellizia y Rodríguez, 1976). Los depósitos cuaternarios están constituidos principalmente

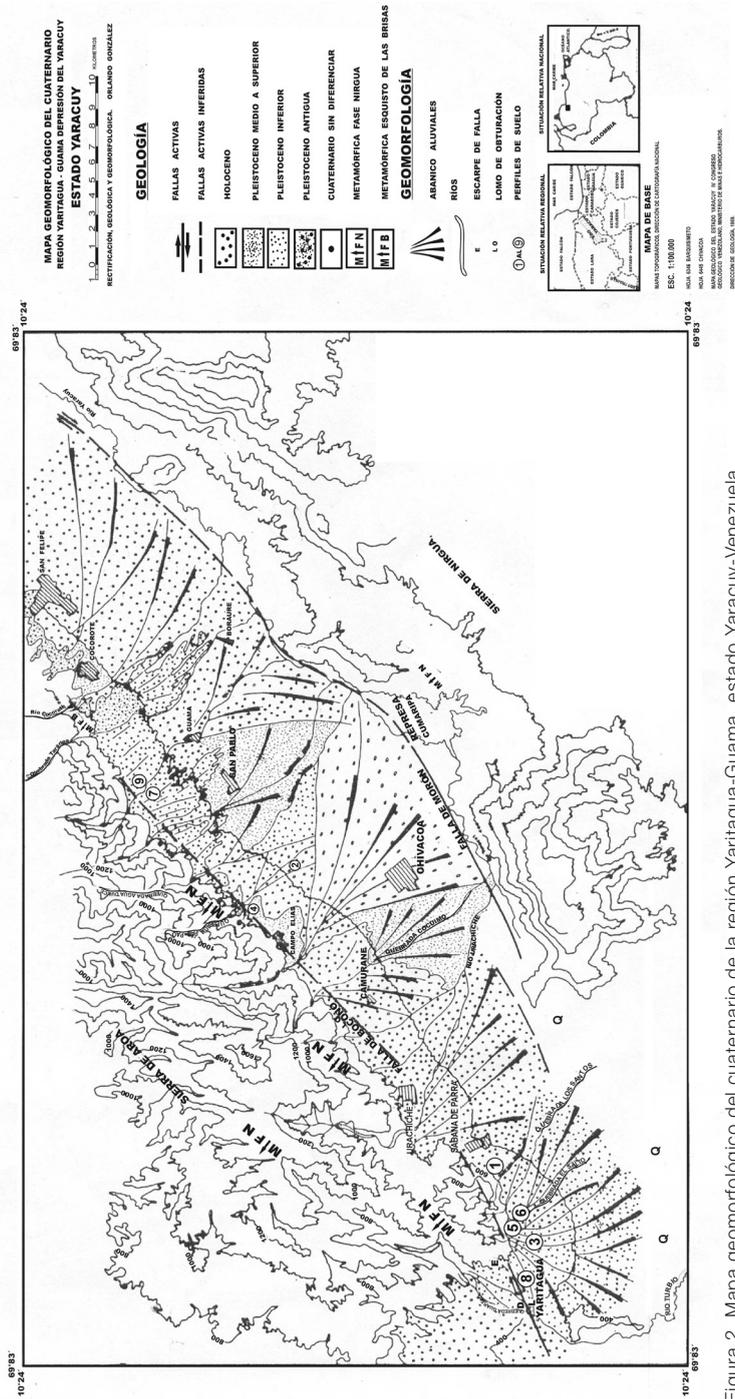


Figura 2. Mapa geomorfológico del cuaternario de la región Yaritagua-Guama, estado Yaracuy-Venezuela

te por capas de conglomerados, gravas, arenas y, en menor grado, por capas de calcrete de diverso origen (COPLANAR, 1975; Casa-Sainz, 1995, González, 2006). Estos depósitos, de acuerdo a su grado de meteorización, han sido asignados al Pleistoceno Temprano, Medio y Tardío y al Holoceno (COPLANAR, 1975; Giraldo, 1985; Casas-Sainz, 1995). En cuanto al clima actual, el área se caracteriza por la presencia de un clima subhúmedo hacia el área de Yaritagua y sus alrededores, mientras que hacia Guama las condiciones climáticas son tropicales de sabana o Aw de acuerdo a Köppen. La vegetación está representada por bosques semidecíduos y árboles frutales.

3. Materiales y métodos

La metodología empleada en este estudio consistió en combinar técnicas documentales, de campo y de laboratorio. Se utilizaron mapas topográficos del año 1976 del área de Barquisimeto y sus alrededores a escala 1:100.000 (hoja 6346); el mapa de Chivacoa del año 1977 (hoja 6446); el mapa geológico del estado Yaracuy (Bellizia y Rodríguez, 1968). La fotointerpretación se realizó con la misión 021106 del año 1975 a escala 1:50.000 (fotos 788 a 790, 810 y 811) que cubren el área de Campo Elías-Guama y las fotografías 1.502 a 1.505, de la misma misión, que abarcan el área de Yaritagua-Las Piedras. La fase de campo se realizó entre los años 2003 y 2005, durante la cual se llevaron a cabo varias salidas para describir los depósitos sedimentarios en cuanto a

procesos de transporte y mecanismos de sedimentación, así como la descripción general de los depósitos y facies sedimentarias de acuerdo a la metodología propuesta por Miall (1992), (Cuadro 1).

4. Análisis de resultados y discusión

Los sistemas de abanicos aluviales que interesan en este trabajo se extienden al pie de la serranía de Nirgua, desde el centro urbano de Yaritagua hasta la población de Guama, en la depresión de Yaracuy, estado Yaracuy. Por motivo de exposición, el área ha sido dividida en dos sectores: 1) abanicos aluviales de Yaritagua-El Salto-Las Piedras, y 2) los abanicos de Campo Elías-Guama (Figura 2).

4.1 Sistema de abanicos Yaritagua-El Salto-Las Piedras

Las observaciones geomorfológicas de campo y de fotointerpretación para este sector, indican la presencia de tres niveles de abanicos aluviales coalescentes que se corresponden con las poblaciones de Yaritagua-El Salto y Las Piedras (Figura 2). Tentativamente, estos abanicos han sido asignados a diferentes edades dentro del período Cuaternario con base al grado de meteorización y color de los depósitos. Así, el abanico de Yaritagua se presume que es de edad Pleistoceno Temprano, el abanico de El Salto de edad Pleistoceno Tardío a Holoceno y el abanico de Las Piedras al Holoceno (COPLANAR, 1975; Giraldo, 1985; Casas-Sainz, 1995). En cuanto a sus características geomor-

Cuadro 1. Clasificación de facies

Código de Facies	Facies	Estructuras Sedimentarias	Interpretación
Gms	Grava masiva soportada por matriz	Gradada	Depósitos de flujos de derrubios
Gm	Grava crudamente estratificada o masiva	Capas horizontales, imbricación	Barras longitudinales, depósitos de retrasos, depósitos tamizados
Gt	Grava estratificada	Estratificación cruzada festoneada	Relleno de canales menores
Gp	Grava estratificada	Estratificación cruzada planar	Barras longitudinales, crecimientos deltaicos de remanentes de barras antiguas
St	Arenas medias a muy gruesas, pueden ser gravosas	Estratificación cruzada festoneada, solitaria o agrupada	Dunas (régimen de flujo bajo)
Sp	Arenas medias a muy gruesas, pueden ser gravosas	Estratificación cruzada festoneada, solitaria o agrupada	Lenguas, barras transversales, dunas de arenas (régimen de flujo bajo)
Sr	Arena muy fina a gruesa	Rizaduras con laminación cruzada	Rizaduras (régimen de flujo bajo)
Sh	Arena muy fina a muy gruesa, puede ser gravosa	Laminación horizontal, bandas longitudinales o alineaciones	<i>Planer bed flow</i> (régimen de flujo alto)
Sl	Arena muy fina a muy gruesa, puede ser gravosa	Estratificación cruzada de bajo ángulo (< 10°)	Erosión y relleno, dunas y antidunas
Se	Marcas de erosión con intraclastos	Estratificación cruzada cruda	Erosión y relleno
Ss	Arena muy fina a muy gruesa, puede ser gravosa	Erosion somera, amplia (broad, shallow scours)	Erosión y relleno
Fl	Arena, limo y depósitos de lodo	Laminación fina, y rizaduras muy pequeñas	Depósitos de desbordamiento o inundación
Fsc	Limo, lodo	Laminada a masiva	Depósitos de pantanos (<i>backswamp</i>) o charcas
Fcf	Lodo	Masiva, con moluscos de agua fresca	Depósitos de pantanos (<i>backswamp</i>) o lagunas
Fm	Lodo y limo	Masiva, grietas de desecación	Depósitos de desbordamiento o de cubrimiento
C	Carbón y lodo carbonáceo	Plantas, películas de lodo	Depósitos de pantano
P	Carbonato	Rasgos pedogenéticos	Paleosuelo

Traducido de Miall (1978b; en Miall, 1992). Clasificación de facies, p. 122

fológicas, el abanico de Yaritagua representa uno de los depósitos aluviales más antiguos de la región y esto se evidencia por su alto grado de intemperismo y por la gran cantidad de paleocauces inactivos que se observan hoy en día sobre su

superficie (Figura 2). La profundidad de estos cauces varía entre 1 – 15 m y muchos de ellos se encuentran cubiertos por vegetación herbácea y pequeños bosques deciduos. Las características sedimentológicas y los procesos que actuaron en su

formación fueron difíciles de observar, debido a la vegetación por una parte, y a la poca presencia de buenos afloramientos en la región, por otra. Sin embargo, en un corte de carretera entre Yaritagua y El Salto (Figura 3), se pudo observar una secuencia sedimentaria constituida fundamentalmente por facies conglomeráticas (Gm), la cual se caracteriza por la presencia de gravas masivas y cantos crudamente estratificados y endurecidos, relacionados probablemente con barras longitudinales o depósitos de canal (Miall, 1990).

En cuanto a su composición, en este abanico se puede observar la presencia abundante de clastos de esquisto calcáreo bien meteorizado, al igual que clastos individuales de cuarzo, mármol gris y calcita. Los clastos están soportados por una matriz arenosa calcárea de color amarillo ocre. Entre las capas de conglomerado se pueden observar capas de calcrete masivo de color blanco amarillento (facies P). Estas facies (Figura 3) podrían representar facies carbonáticas relacionadas, probablemente, con paleosuelos originados bajo condiciones climáticas más secas



Figura 3. Depósitos conglomeráticos (facies Gm) de la región del abanico de Yaritagua. Obsérvese en la parte superior del depósito una capa de calcrete masivo. Fuente: Orlando J. González C.

(González, 2006). En investigaciones previas se han reportado resultados similares a los de este estudio (Kostaschuck *et al.*, 1986; Silva *et al.*, 1992; Ritter *et al.*, 2000).

Con respecto a los procesos que actuaron en la formación de este abanico aluvial, las observaciones de campo indican que el proceso de transporte dominante, por lo menos para la sección estudiada, se relacionan con flujos de corriente de acuerdo a lo reportado en la literatura para otras regiones del mundo (Nielsen, 1982; Harvey, 1984; Kesel & Spicer, 1985; Christenson & Purcell, 1985; McArthur, 1987; Somoza *et al.*, 1989; Ritter *et al.*, 1993; Oguchi y Ohmori, 1994; Lecce, 1991; Marchi *et al.*, 1993; Wasson, 1977; Gómez-Villar y García-Ruiz, 2000). Debido a lo inaccesible del área y a las grandes modificaciones producidas por la actividad antrópica en esa región, fue imposible determinar mecanismos de transporte relacionados con los flujos de detritos.

El abanico del sector Las Piedras representa una segunda generación dentro de la secuencia sedimentaria y abarca una mayor extensión superficial en comparación con el de Yaritagua. Este abanico se explaya hacia el Este en dirección a la población de Sabana de Parra, y hacia el Oeste fosiliza parte del abanico de Yaritagua (Figura 2). Este depósito aluvial muestra poca disección o erosión, por lo cual se presenta bien conservado si se compara con el de Yaritagua que es mucho más antiguo. La red de drenaje en esta sección es menos densa; la misma está constituida por la quebrada Los San-

tos y otros cursos menores que nacen sobre la superficie del abanico y que están cubiertos por bosques deciduos y semi-deciduos, que se extienden a lo largo de las mismas. La mayoría de estos cursos de agua son de régimen hidrológico intermitente y sólo la quebrada Los Santos tiene agua todo el año hacia sus cabecezas en la serranía de Aroa.

Los sedimentos que constituyen este depósito en superficie son de color negro-grisáceo, reflejando el mismo color de las rocas de la fuente de suministro (Formación Nirgua). En general, los sedimentos están constituidos por clastos de esquistos calcáreos bien foliados, mármoles grises de aspecto cristalino y abundantes clastos de calcita ferruginosa y cuarzo. Los sedimentos se encuentran bastante frescos o poco meteorizados (González, 2006). Por otra parte, a un nivel más profundo, la quebrada Los Santos ha dejado al descubierto, hacia la cuenca media y alta, una secuencia sedimentaria de color rojizo a amarillento, similar al color que presentan los sedimentos que componen al abanico de Yaritagua (Figura 4). Esta secuencia podría representar un depósito de edad similar al abanico de Yaritagua, pero que fue fosilizado por una acumulación más reciente depositada en el Holoceno que serían los depósitos grises actuales que se describieron previamente (Figuras 2 y 4), (González, 2006).

En cuanto a su composición, estos sedimentos fosilizados están constituidos por el mismo tipo de material que los depósitos más recientes, pero presentan un grado de meteorización bastante avanzado, predominando en muchos

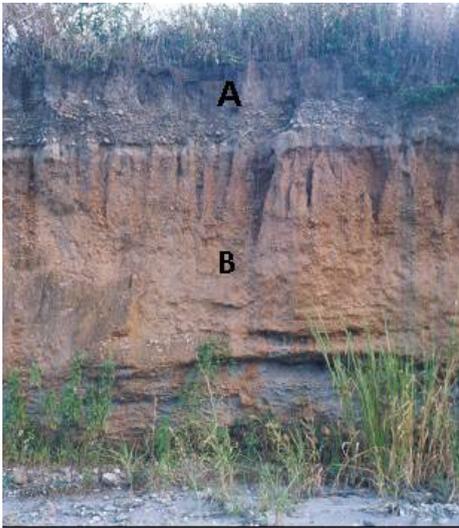


Figura 4. Depósitos aluviales del curso medio de la quebrada Los Santos. A) Sedimentos de edad Holoceno y B) sedimentos de edad Pleistoceno fosilizados. Fuente: Orlando J. González C.

casos los clastos de cuarzo y esquistos cuarzosos que son más resistentes a la meteorización. Este material podría representar también un paleosuelo, del cual fue truncado el horizonte A, cuando se reactivaron los procesos de erosión y posterior sedimentación de los materiales recientes que lo fosilizaron; esto probablemente ocurrió durante un período interglaciar en el Holoceno. Una conclusión similar fue reportada para la región de Alicante-Murcia, España (Somoza *et al.*, 1989).

Es de destacar que dentro de la secuencia sedimentaria, predominan las facies Gm asociadas a barras longitudinales o canales que se presentan a lo largo de la sección media del abanico (Figura 4). Estas facies en muchas partes y en

ambos lados de la quebrada, se alternan con depósitos de calcrete de conglomerado (Khadkikar, 1999), los cuales forman como especies de acantilados que sobresalen por ser más resistentes a la erosión. También es frecuente observar calcretes más masivos (facies P), a veces hacia el tope de los depósitos o hacia la base de la sección. Otro tipo bastante común de calcrete hacia la base es el calcrete brechoso (Figura 5) y el calcrete asociado a suelos rojos (Figura 6). Estos últimos posiblemente también representen paleosuelos como los reportados en la sección anterior (González, 2006).

Finalmente, hacia la zona proximal de la quebrada Los Santos se observaron algunos afloramientos asociados a procesos de flujo de detritos o facies Gms. Estos depósitos no se pudieron describir



Figura 5. Calcrete de conglomerado brechoso lecho de la quebrada Los Santos. Fuente: Orlando J. González C.



Figura 6. Asociación de calcrete conglomerático y masivo y suelos rojos amarillentos. Fuente: Orlando J. González C.

más detalladamente debido a la presencia de abundante vegetación; sin embargo, se pudo notar de manera general la presencia de clastos y peñones flotando en una matriz arcillo-arenosa, lo cual sugiere que su origen se relaciona con procesos de flujos de detritos y deslizamientos. Para el caso del abanico El Salto, el mismo no pudo ser descrito como los casos anteriores, debido a que éste fue fosilizado casi en su totalidad por los abanicos de Yaritagua y Las Piedras. En el área, lo que aflora del mismo es una pequeña sección en forma de cuña (Figura 2) y no se observó ningún corte representativo para su descripción geomorfológica y sedimentológica.

Otros aspectos importantes relacionados con las características geomorfológicas de los abanicos de Yaritagua y Las Piedras es el efecto que ha ejercido la actividad neotectónica en este sistema de abanicos. Así por ejemplo, el abanico

de Yaritagua, en su margen derecha (sector Paradero), muestra un escarpe de falla (Figura 2), cuya altura varía entre 1 y 15 m (Giraldo, 1985; Cazas-Sainz, 1995; González, 2006). Además, este abanico también muestra un claro desplazamiento horizontal (desplazamiento rumbo-deslizante de tipo dextral) relacionado con el sistema de fallas de Boconó (Figura 2), el cual fue estimado por Schubert (1982) entre 1,5 y 2 km con relación a la quebrada Los Santos, la cual se localiza al Oeste de dicho depósito y que, según este investigador, fue la que dio origen al abanico de Yaritagua.

Por otro lado, habría que explicar también el origen de los sedimentos rojizos que se encuentran por debajo de los depósitos actuales u holocénicos del sector Las Piedras. Si estos depósitos son más antiguos o por lo menos de la misma edad de los depósitos de Yaritagua como se postuló anteriormente, habría

que determinar cuáles eran las rocas de la fuente de suministro, debido a que se supone que la acumulación de los depósitos de Las Piedras debió iniciarse luego del desplazamiento ocurrido a lo largo de la zona de fallas de Boconó. En todo caso, si la sedimentación de estos depósitos rojizos fue producto de material acarreado por la quebrada Los Santos, deberían ser relativamente más jóvenes que los de Yaritagua o de la misma edad; la diferencia en altura entre estos dos depósitos, inducida por la actividad tectónica reciente, apunta hacia esta última apreciación. Por lo tanto, debió transcurrir un largo período entre esos depósitos pleistocénicos y la acumulación de los sedimentos holocénicos.

4.2 Sistema de abanicos de la región Campo Elías-Guama

Al igual que la región de Yaritagua-Las Piedras, este sector se caracteriza por la presencia de un sistema de abanicos aluviales y abanicos de explayamientos, cuya edad varía entre el Pleistoceno y el Holoceno (COPLANAR, 1975; Casas-Sainz, 1995). La geometría de estos abanicos no está bien definida, debido a la fuerte erosión a la que han sido sometidos y debido también a los procesos de sedimentación más recientes, que han fosilizado a los abanicos más antiguos (González, 2006). Sin embargo, para el caso de la región de Campo Elías y poblaciones aledañas (Teteiba y Sabana Larga), los depósitos aún conservan la forma convexa clásica que es indicativa de una depositación en ambiente de abanico

aluvial (Casas-Sainz, 1995). Otro elemento que confirma lo anterior, se relaciona con las características sedimentológicas analizadas en la quebrada Grande, la cual corta del Noreste hacia el Sureste toda esta secuencia sedimentaria entre Campo Elías y Teteiba (Figura 2). El análisis sedimentológico sugiere un origen relacionado fundamentalmente con procesos de flujo de corriente, por lo menos en la cuenca media y baja que es donde se observan los mejores afloramientos. En ese sentido, en la quebrada Grande (Figura 7) se pueden observar las características sedimentológicas de los depósitos pleistocénicos y holocénicos.

En general, los sedimentos más recientes (Holoceno) son de color gris y muestran bajo grado o nada de meteorización. Estos depósitos están constituidos por clastos de esquistos grises, filitas grafitosas y, en menor grado, por calizas metamorizadas de color gris y aspecto cristalino. También es frecuente observar clastos de cuarzo y calcita que son bastante abundantes. La forma de los cantos es angular y subangular y su tamaño varía, en la mayoría de los casos, entre 5 y 20 cm, pudiendo encontrarse algunos bloques de mayor tamaño. Estos clastos están soportados por una matriz areno-gravosa y en ocasiones son clasto-soportados.

Las estructuras sedimentarias más conspicuas son la estratificación horizontal (facies Gm) y festoneada (facies Gt), con presencia de clastos imbricados, lo cual confirma su origen por transporte de corrientes fluviales (*stream flow*). El espesor de esta secuencia varía entre 0,5

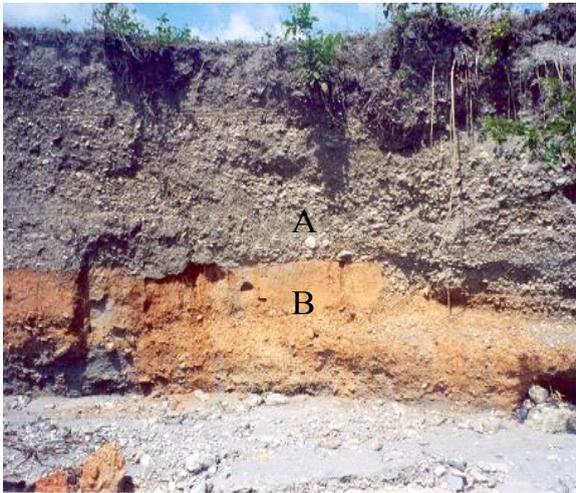


Figura 7. Secuencia sedimentaria del abanico de Campo Elías, localizado en la cuenca media de la quebrada Grande. A) Sedimentos de edad Holoceno; B) sedimentos de edad Pleistoceno. Fuente: Orlando J. González C.

y 1,5 m. Es frecuente observar en ésta la presencia de horizontes de calcrete masivo o de conglomerado (Figura 8).

Por debajo de los sedimentos descritos anteriormente se encuentran otros depósitos que fueron fosilizados por los

materiales holocénicos y que están separados por una superficie de erosión que indica un cambio abrupto entre ambos depósitos (Figura 9). Estos depósitos son de color amarillo-rojizo y están compuestos por clastos de esquistos cuarzo-



Figura 8. Depósitos conglomeráticos (facies Gt) curso medio de la quebrada Grande. Fuente: Orlando J. González C.

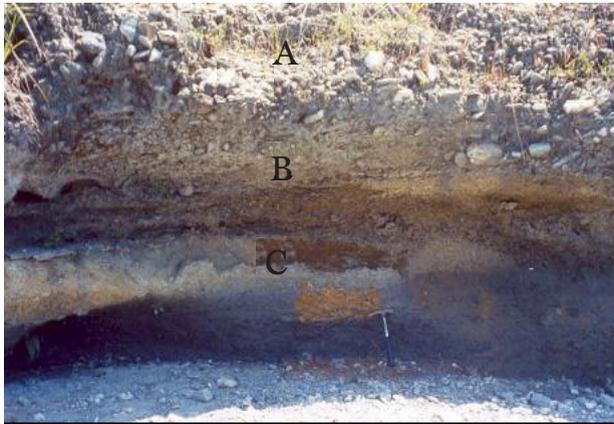


Figura 9. Curso medio quebrada Grande, secuencia de calcretes A) calcrete de conglomerado, B) calcrete masivo y C) suelos rojos amarillentos. Fuente: Orlando J. González C.

micáceos altamente meteorizados y por clastos de cuarzo que presentan varias etapas de alteración relacionadas con meteorización superficial y la presencia de cavidades rellenas de óxidos de hierro. Todas estas características indican que esta acumulación, probablemente es de la misma edad de los depósitos de Yaritagua y los depósitos rojizos de Las Piedras, y ellos también podrían representar paleosuelos rojos como se sugirió para el sector anterior.

Sedimentológicamente, se observa la presencia de estratificación horizontal constituida por el predominio de facies gravosas (Gm). Estas facies se alternan en ocasiones con calcretes conglomeráticos bien cementados por el carbonato de calcio (CaCO_3) y con calcretes masivos areno-cuarzosos, de color ocre o marrón. Otros tipos de calcrete se presentan formando delgadas capas aisladas (1-2 cm) que se alternan con los calcretes con-

glomeráticos. Hacia la base de estos depósitos, se observan también calcretes concrecionales que dan origen a microformas kársticas, las cuales pueden resultar de la reprecipitación del CaCO_3 de los estratos superiores y su color es marrón claro-amarillento (Figura 9), (González, 2006). Igualmente, se observan asociaciones de calcretes y suelos rojo-amarillentos que han sido interpretados en otras investigaciones como paleosuelos (Khadkikar *et al.*, 1998). Por otra parte, algunos de los calcretes más superficiales podrían ser el resultado de procesos pedogenéticos, por lo cual ellos podrían representar horizontes diagnósticos del tipo Bk o K de acuerdo a lo propuesto por Gile *et al.* (1965; 1966).

En varias regiones adyacentes a Campo Elías se observan aflorando depósitos similares a los descritos en la quebrada Grande. Así por ejemplo, al Oeste de esa población, hacia el sector de La Virgen

y Camunare, aparecen aflorando los depósitos pleistocénicos y holocénicos, con las mismas características discutidas anteriormente (Figura 2). Al Este de Campo Elías aguas arriba de la quebrada Las Minas, se encuentran aflorando algunos remanentes de un depósito aparentemente originado por flujo de detritos y que deben ser de la misma edad o más antiguos que los sedimentos antes descritos (Figura 10). El depósito es de color blanco-amarillento a amarillo ocre o anaranjado, y está constituido por clastos subredondeados de gneis y esquistos bien meteorizados que se rompen fácilmente con la mano. El tamaño de los clastos varía entre 10cm a 0,5 m o más. En la cuenca alta de la quebrada El Rosario también



Figura 10. Depósitos tipo flujo de detritos (facies Gms) cuenca alta de la quebrada Las Minas al este del abanico de Campo Elías. Fuente: Orlando J. González C.

se observan algunos depósitos antiguos relacionados con mecanismos de transporte asociados a flujos de detritos. Los clastos varían entre 10 y 50 cm, y están compuestos de gneis y esquistos bien meteorizados.

Adyacente a este sector se localiza la quebrada Agua Dulce, donde afloran sedimentos de edad Holoceno en su sección media, los cuales forman depósitos aluviales (facies Gm y Sh), relacionados con terrazas y planicies de desborde o inundación (Figura 11), (González, 2006).

Aguas abajo de esta quebrada vuelven a aparecer los calcretes conglomeráticos constituidos por esquistos micáceos-cuarzo-sericíticos, esquistos grises y calizas con calcita blanca abundante. El tamaño de los sedimentos varía desde los 2 mm hasta unos 20 cm en promedio. Este afloramiento de calcrete (Figura 12) se alterna con capas de calcrete de aspecto brechoso, de color pardo amarillento, y ocupa una longitud de unos 70 m sobre el lecho del río; tiene un ancho promedio de 9,2 m; el mismo podría representar un depósito de canal constituido por barras de facies conglomeráticas (Gm) y facies carbonáticas (P), (González, 2006).

El área de Guama se caracteriza por la presencia de abanicos aluviales de edad Pleistoceno Temprano (Giraldo, 1985). Este abanico a pesar de estar altamente erosionado, como lo atestiguan los numerosos canales o líneas de drenaje superficiales que hoy en día son inactivos en su gran mayoría, todavía conserva buena parte de su geometría original (Figura 2). Estos canales son bastante profundos y están cubiertos por bosques semide-



Figura 11. Sedimentos holocénicos de la planicie aluvial de la quebrada Agua Dulce. Fuente: Orlando J. González C.



Figura 12. Calcrete de conglomerado aguas abajo de la quebrada Agua Dulce. Fuente: Orlando J. González C.

cidos y vegetación arbustiva. El origen de estos depósitos está directamente relacionado con las rocas metamórficas de la Formación Las Brisas, que es un área de fuente de suministro. El color de estos depósitos varía de amarillo a amarillo-rojizo y están básicamente constituidos por esquistos cuarzo - feldespáticos - muscovíticos muy meteorizados. Desde el punto de vista sedimentológico (Figura 13)

está conformado por capas o estratos de conglomerado más o menos horizontales (facies Gm), que se alternan con lentes o capas de arena gravosa (González, 2006).

En el río Guama, específicamente en el sector conocido como Las Doñas-Caicara, se encuentran los depósitos cuaternarios más antiguos de toda esta región (Giraldo, 1985). Estos depósitos afloran como pequeños remanentes que queda-



Figura 13. Depósitos pleistocénicos localizados en la margen izquierda del río Guama. Fuente: Orlando J. González C.

ron aislados, como consecuencia de la intensa erosión a la cual fue sometido el depósito original que, probablemente por sus características sedimentológicas, pudo haber sido depositado en un ambiente de abanico aluvial. El color de estos depósitos es ocre a amarillo-grisáceo y está constituido por esquistos grises micáceos muy meteorizados, esquistos cuarzo-micáceos laminados de color amarillento, gneises graníticos bien meteorizados constituidos por cuarzo y mica muscovita y esquistos de color negro de aspecto grafitoso bien meteorizado. El tamaño de estos clastos varía entre 6 y 20 cm; son alargados y de forma subangular a subredondeado. Sedimentológicamente, el depósito presenta capas alternas de conglomerados (facies Gm) y de arena gravosa (facies Sh), la cual está constituida por fragmentos de cuarzo blanco-amarillento y esquistos, y el tamaño de las gravas varía entre 1 y 6 cm (González, 2006), (Figura 14).

Finalmente, hay que señalar que tanto los depósitos sedimentarios de Campo Elías como los de Guama y sectores adyacentes han sido fuertemente afectados por la tectónica cuaternaria, lo cual también influyó en la dinámica y evolución geomorfológica de la región. En este sentido, Casas-Sainz (1995) postuló un movimiento horizontal lateral derecho para el abanico de Campo Elías de 915 m; para el sector de Quigua-Guama se sugiere un desplazamiento de alrededor de 1,3 km, debido a que la zona proximal de este abanico se encuentra desconectada del lecho original del río Guama (Figura 2). Estos desplazamientos relativos asociados a la neotectónica cuaternaria de esa región modificaron la dinámica geomorfológica de los ríos, los cuales se reajustaron a las nuevas condiciones, dando inicio a nuevos procesos de sedimentación durante el Holoceno, y por lo tanto, se produjo un proceso de fosilización de las acumulaciones aluviales más antiguas así



Figura 14. Depósitos del Cuaternario antiguo en el sector Las Doñas-Caicara, margen izquierda del río Guama. Fuente: Orlando J. González C.

como la deformación (fallamiento y plegamiento) de los depósitos más antiguos, como lo reportaron previamente para esa región Giraldo (1985) y Casas-Sainz (1995). Una situación similar a la de este estudio fue reportada en España por Somoza *et al.* (1989).

5. Conclusiones

- Geomorfológicamente, la región de estudio está constituida por dos sistemas de abanicos aluviales coalescentes, donde se observan por lo menos una separación clara entre dos generaciones de abanicos: los depósitos más antiguos de edad Pleistoceno y los depósitos más recientes de edad Holoceno.
 - La separación de estas dos generaciones se realizó sobre la base de criterios cronológicos relativos como
- la densidad de drenaje desarrollada sobre las distintas acumulaciones (paleocauces), el color y el grado de meteorización de los mismos.
 - Las evidencias de campo relacionadas con estructuras sedimentarias primarias como por ejemplo la estratificación horizontal, la estratificación festoneada y cantos imbricados, indican que el origen de estos abanicos aluviales se relaciona con transporte por flujos de corriente por lo menos en su parte media y baja. No obstante, en el caso de la quebrada Los Santos y Las Minas se presentan facies sedimentarias que indican que el mecanismo de transporte que las originó fue por flujo de detritus, sobre todo hacia su parte proximal.
 - En general, los depósitos están constituidos fundamentalmente por facies conglomeráticas (Gm, Gms y Gt), que se alternan en menor grado con facies

arenosas (Sh) y facies carbonáticas (P).

- Dentro de las secuencias sedimentarias que constituyen a los abanicos aluviales del trayecto Yaritagua y Campo Elías, se observa con bastante frecuencia la presencia de capas endurecidas por carbonato de calcio o calcretes de los cuales se identificaron por lo menos cuatro tipos como por ejemplo: calcrete masivo, calcrete de conglomerado, calcrete de conglomerado asociado con suelos rojizos y amarillentos, y calcrete brechoso. Algunos de estos depósitos carbonáticos podrían representar paleosuelos, los cuales debieron formarse probablemente bajo condiciones climáticas más secas que las actuales.
- La composición de estos depósitos se relaciona con las rocas metamórficas de la Formación Nirgua, para el caso de la región de Yaritagua-Las Piedras-Campo Elías y la Formación Las Brisas en el sector de las quebradas Las Minas-El Rosario-Guama.
- Existe un control claro de la neotectónica sobre los abanicos aluviales, debido a que los desplazamientos verticales y horizontales que experimentaron estos depósitos influyó considerablemente en la redistribución espacial, geometría y elevación actual de los abanicos. Igualmente, la neotectónica indujo a la reactivación de los procesos geomorfológicos que dieron lugar a la erosión y a la sedimentación de los abanicos holocénicos que fosilizan a los abanicos pleistocénicos como se observa en la actualidad.

6. Referencias citadas

- AYALA, R. 2006. *Abanico El Palón: evidencia sísmica de alto grado de vulnerabilidad de la cuenca del río Chama, estado Mérida-Venezuela*. **Revista Geográfica Venezolana**. Vol. 47 (1): 85-102.
- BELLIZZIA, A. y G. D. RODRÍGUEZ. 1968. *Consideraciones sobre la estratigrafía de los estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo*. **Bol. Geol.** 9(18): 515-563.
- BELLIZZIA, A. y G. D. RODRÍGUEZ. 1976. *Geología del estado Yaracuy*. **Bol. Geol. Publicación Especial**. 5, 6: 3317-3417.
- BOOTHROYD, J. C. & G. M. ASHLEY. 1975. Process, bar, morphology and sedimentary structures on braided outwash fans, northeastern Gulf of Alaska. En: A.V. Jopling & B.C. MacDonald (Eds). **Glaciofluvial and glaciolacustrine sedimentation: Society of Economy Paleontologists and Mineralogists Special Publication**, 23: 193-222.
- CANELÓN, G. y G. RAMÍREZ. 1977. Geología de la región de Caja Seca, estado Mérida y Trujillo. *Congreso Latinoamericano de Geología II*, Noviembre 1973, Bol. Geol. Memoria, Public. Esp. 7 III: 1787-1802.
- CASAS-SAINZ, A. M. 1995. *Geomorphological and sedimentary features along an active right-lateral reverse fault (Yaracuy basin, Venezuela)*. **Z. Geomorph N.F.** 39, 3: 363-380.
- COPLANAR. 1975. *Estudio geomorfológico de las regiones costa noroccidental, centro occidental y central (Sistema montañoso noroccidental)*. **Coplanar** 44: 24-133.
- CHRISTENSON, G. E. & C.R. PURCELL. 1985. *Correlation and age of Quaternary alluvial-fan sequences, basin and Range prov-*

- ince, southwestern United State. Geological Society of America. Special Paper* 203: 115-122.
- GARCÍA, J. R. y V. CAMPOS. 1972. Las rocas paleozoicas en la región del río Momboy. *Memorias del Congreso de Geología Venezuela, IV*. Caracas, noviembre 1969., Bol. Geol. Caracas, Publ. Esp. 5, 2: 796-805.
- GILE, L. H.; PETERSON, F. F. and R. B. GROSSMAN. 1965. *The K horizon: A master soil horizon of carbonate accumulation. Soil Science*. 99 (2): 74-82.
- GILE, L. H.; PETERSON, F. F. & R. B. GROSSMAN. 1966. *Morphological and genetic sequences of carbonates accumulation in desert soils. Soil Science*. 101: 347-360.
- GIRALDO, C. 1985. *Neotectonique et sismotectonique de la région del Tocuyo-San Felipe (Venezuela centro occidental)*. Université des sciences et Techniquies Du Languedoc. Tesis de Doctorado. 130 p. (Inédito)
- GÓMEZ-VILLAR, A. 1996. *Abanicos aluviales: aportación teórica a sus aspectos más significativos. Cuaternario y geomorfología*. 10 (3-4): 77-124.
- GÓMEZ-VILLAR, A. & J. M. GARCÍA-RUIZ. 2000. *Surface sediment characteristics and present dynamics in alluvial fans of the central Spanish Pyrenees. Geomorphology* 34: 127-134.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C.; ITURRALDE de AROZENA, J. M. y X. PICARD. 1980. *Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas. Ediciones Foninves*. Tomo I. 407 p.
- GONZÁLEZ C., O. J. 2006. *Análisis de una cronosecuencia de suelos en la región de Yaritagua y Guama, estado Yaracuy*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas. Trabajo de ascenso. 123 p. (Inédito).
- GONZÁLEZ, O.; MILLÁN, Z. y M. BEZADA. 2008. *Pedogénesis de una cronosecuencia de suelos en la región de Yaritagua y Guama, estado Yaracuy-Venezuela. Revista Geográfica Venezolana*. 49 (2): 223-245.
- GUSTAUFGSON, T. C. 1974. *Sedimentation on gravel outwash fans, Malaspina Glacier Foreland, Alaska. Journal of Sedimentary Petrology*. 44: 374-389.
- HARVEY, A. M. 1984. *Aggradations and dissection sequences on Spanish alluvial fans: influence on morphological development. Catena*. 11: 288-304.
- KESEL, R. H. & B. E. SPICER. 1985. *Geomorphologic relations hips and ages of soils on alluvial fans in the rio General valley, Costa Rica. Catena*. 12: 149-166.
- KHADKIKAR, A. S. 1999. *Trough cross-bedded conglomerate facies. Sedimentary Geology*. 128: 39-9.
- KHADKIKAR, A. S.; MERRH, S. S.; MALIK, J. N. & L. S. CHAMYAL. 1998. *Calcretes in semi-arid alluvial systems: Formative pathways and sinks. Sedimentary Geology*. 116: 251-260.
- KOSTASCHUK, R. A.; MACDONALD, G. M. & P. E. PUTMAN. 1986. *Depositional process and alluvial fan-drainage basin morphometric relations hips near Banff, Alberta, Canada. Earth Surface Processes and Landforms*. 11: 471-484.
- LECCE, S. A. 1991. *Influence of lithologic erodibility on alluvial fan area, western White Mountains, California and Nevada. Earth Surface Processes and Landforms*. 16: 11-18
- MARCHI, L.; PASUTO, A. & P. R. TECCA. 1993. *Flow processes on alluvial fans in the eastern Italian Alps. Z. Geomorph, N. F.* 37 (4): 447-458.

- MCARTHUR, J. L. 1987. *Characteristics, classification and origin late Pleistocene fan deposits in the Cass basin, Canterbury, New Zealand*. **Sedimentology**. 34: 459-471.
- MÉNDEZ-BAAMONDE, J. 1997. *El cuaternario*. **Boletín de Geología**, Vol. XVIII. 31: 74-114.
- MIALL, A. D. 1990. **Principles of sedimentary basin analysis**. (2a Ed.). Springer-Verlag. New York-USA.
- MIALL, A. D. 1992. **Alluvial deposits (In facies models) Response to sea level change**. Edited by Roger G. Walter and Noel P. James. Geological associations of Canada-L'Association Géologique Du Canada: 119-142.
- NIELSEN, T. H. 1982. *Fan deposits. Sandstone depositional environment*. Edited by a Scholle and Darwin Spearing. **The American Association of Petroleum Geologist**. 49-86.
- OGUCHI, T. & H. OHMORY. 1994. *Analysis of relationships among alluvial fan area, source basin area, basin slope, and sediment yield*. **Z. Geomorph. N. F.** 38, 4: 405-420.
- PICARD, X. 1976. Geología de la cuenca de Guarenas-Guatire, sedimentación continental intracordillerana, Venezuela. *Memorias Congreso Latinoamericano Geol. II*, Caracas, noviembre 1973. **Bol. Geol. Publicación especial**. 7, II: 965-984.
- PICARD, X. y N. PIMENTEL. 1968. *Geología de la cuenca de Santa Lucía- Ocumare del Tuy*. **Bol. Geol.** 10(19): 263-296.
- PICARD, X. y D. GODDARD. 1975. *Geomorfología y sedimentación de la costa entre Cabo Codera y Puerto Cabello*. **Boletín Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo**. 18(1): 39-106.
- REINECK, H. E. & I. B. SINGH. 1975. **Depositional sedimentary environments**. Springer Verlag. Berlin-Germany.
- RITTER, J. B.; MILLER, J. R. & J. AUSEK-WOLFORST. 2000. *Environmental controls on the evolution of alluvial fans in Buena Vista Valley, north central Nevada, During late Quaternary time*. **Geomorphology**. 33: 63-87.
- RITTER, J. B.; MILLER, J. R.; ENZEL, Y.; HOWES, S. D.; NADON, G.; GRUBB, M. D.; HOOVER, K. A.; OLSEN, I.; TOUYSINHTHIPHONEXAY, K. C. N.; YODIS, E. G.; SCHNEIDER, N. P.; RITTER, D. F. & S. G. WELLS. 1993. *Quaternary evolution of Cedar Creek alluvial fan, Montana*. **Geomorphology**. 8: 287-304.
- SCHUBERT, C. 1982. *Neotectonics of Boconó fault, western Venezuela*. **Tectonophysics**, 85: 205-220.
- SCHUBERT, C. y L. VIVAS. 1995. **El Cuaternario de la cordillera de Mérida: Andes venezolanos. Mérida-Venezuela**. Universidad de Los Andes-Fundación Polar. 345 p.
- SEIDERS, V. M. 1965. *Geología de Miranda Central, Venezuela*. **Bol. Geol.** 6 (12): 289-416.
- SILVA, P. G.; HARVEY, A. M.; ZAZO, C. & J. L. GOY, J.L. 1992. *Geomorphology, depositional style morphometric relationships of quaternary alluvial fans in the Guadalentin Depression (Murcia, Southeast Spain)*. **Z. Geomorph, N. F.** 36, 3: 325-341.
- SOMOZA, L.; ZAZO, C.; GOY, J. L. y N. A. MORNER. 1989. *Estudio geomorfológico de secuencia de abanicos aluviales cuaternarios (Alicante-Murcia, España)*. **Cuaternario y geomorfología**. 3 (1-4): 73-82.

- SUÁREZ R., C. A. 1997. Relaciones morfométricas y litológicas de abanicos aluviales cuaternarios del piedemonte andino-lacustre. *Memorias del VIII Congreso Geológico Venezolano, Soc. Venezolana de Geología*. II: 431-439
- TARACHE, L. J. 1975. *Secuencia sedimentaria terciaria del área de la Sabana, franja costera de Venezuela*. Escuela de Geología y Minas. Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de grado. 186 p. (Inédito).
- TRICART, J. 1966. *Geomorfología del área de Mucuchíes*. **Revista Geográfica Venezolana**. 7 (16-17) : 31-72.
- VIVAS, L. 1984. **El Cuaternario**. La Imprenta. Mérida-Venezuela. 266 p.
- WASSON, R. J. 1977. *Last-Glacial alluvial fan sedimentation in the lower Derwent valley, Tasmania*. **Sedimentology**. 24:781-799.