

# **Estudio sedimentológico de las geoformas litorales acumulativas recientes en el Archipiélago Los Testigos, Dependencias Federales\***

**Santiago Ciro Zambrano José**

UPEL-Instituto Pedagógico de Miranda. José Manuel Siso Martínez.

## **Resumen**

El Archipiélago Los Testigos es un conjunto insular integrado por dieciséis (16) islas, islotes y afloramientos rocosos, localizado entre las coordenadas 11° 20' – 11° 25' de Latitud norte y 63° 02' – 63° 08' de Longitud oeste; cuya importancia geoestratégica para Venezuela está signada por su ubicación geográfica, constituyendo el límite nororiental del país con otras naciones caribeñas. El propósito de este estudio es la caracterización y análisis sedimentológico de las geoformas litorales acumulativas recientes desde el punto de vista geocronológico. La metodología se basó en el reconocimiento directo y aerofotográfico del sector, recolección de sedimentos en campo, así como el empleo de los métodos de laboratorio que incluyen: a) tamizado al seco, b) estudio morfoscópico y c) diafractometría de rayos X (DRX). De acuerdo con los resultados obtenidos, este ambiente sedimentario está influenciado por procesos geomorfológicos erosivos y acumulativos de carácter marinos-costeros que han actuado en forma combinada con las características geológicas del archipiélago, dando origen a una serie de geoformas litorales recientes representados por las playas y cuya evolución repercute en la configuración final de este grupo de islas importantes para la geoestrategia del país.

**Palabras clave:** Archipiélago, Sedimentos, Geoforma, Erosión, Acumulación.

## **Sedimentologic study of the cumulative costal geo-forms in the los testigos archipelago, federal dependence**

### **Abstract**

The Los Testigos archipelago is an insular system made up of sixteen (16) islands, keys and rocky outcrops, located between the 11° 20' – 11° 25' north latitude and 63° 02' – 63° 08' west latitude. Its geographical location defines its geo-strategic importance, since it constitutes the country's nor-oriental borderline with other Caribbean nations. The purpose of the study is to characterize and offer a sedimentologic analysis of the recent cumulative costal geo-forms from a geo-chronological point of view. The methodology was based on the direct aerophotographic recognition of the area, on site sediment recollection, as well as lab methods that included: a) dry screening, b) morphoscopic study and c) X-ray diafractometry (DRX). According to our results this sedimentary environment is influenced by erosive and cumulative geo-morphologic processes of a costal-marine nature which in conjunction with the geologic characteristics of the archipelago have generated a series of recent costal geo-forms, represented by beaches, the evolution of which has repercussions on the final configuration of this group of islands geo-strategically important for the country.

**Key words:** Archipelago, Sediments, Geo-forms, Erosion, Accumulation.

Recibido: noviembre 2006. \* Aceptado: marzo 2007.

## **Introducción**

El área estudiada, es un grupo de islas denominado archipiélago Los Testigos, integrado por 16 islas, islotes y algunos afloramientos rocosos. El archipiélago desde el punto de vista geográfico se encuentra en el sector nororiental del mar Caribe venezolano ubicado a 68 Km. al norte de la población de Río Caribe Edo. Sucre y a 80

Km. al noreste del archipiélago de Los Frailes; su localización está enmarcada por las coordenadas  $11^{\circ} 20' 47''$  -  $11^{\circ} 24' 46''$  de Latitud Norte y  $63^{\circ} 02' 32''$  -  $63^{\circ} 08' 21''$  de Longitud Oeste. (Gráfico N° 1) Debido a su localización geoastronómica y situación geográfica el archipiélago Los Testigos juega un papel preponderante en los planes geoestratégicos de Venezuela al igual que isla de Aves, le genera al país una Zona Económica Exclusiva rica en recursos mineros, pesqueros, turísticos y ecológicos, generadores de enormes divisas (Velásquez 1993; Casanovas 1987)

Los relieves prominentes del archipiélago pueden ser observados a simple vista desde las montañas al sur de la población de Río Caribe; y su principal isla, Testigo Grande, se extiende en dirección noroeste con una superficie de 466 hectáreas y su mayor elevación alcanza los 180 m.s.n.m.; esta isla y otras que integran el archipiélago representan áreas emergidas de un gran basamento de rocas ígneas – metamórficas producto de la dinámica de colisión de placas tectónicas que probablemente comenzó durante el Cretáceo. (Schubert, 1983)

El clima del archipiélago se caracteriza por altas temperaturas, escasas precipitaciones y elevada evaporación es decir semi-áridas (Bsi) según Köppen, condiciones típicas de las islas venezolanas. (Santiago, 1999)

Dentro del grupo de islas que constituyen el archipiélago, se destacan dos (2) islas, tanto por su extensión como por la presencia de población en ellas (Testigo Grande e Iguana), las cuales en conjunto llegan a albergar aproximadamente 200 habitantes permanentes e interinantes, dedicados en su mayoría a la actividad pesquera. (Velásquez, 1993)

Desde el punto de vista geológico, (Schubert y Moticska, 1973), señalan que el archipiélago Los Testigos consiste en un conjunto de rocas volcánicas o hipoabisales ligeramente metamorfozadas, intrusionadas por un batolito de rocas metagraníticas que a su vez está intrusionado por diques metabasálticos y ácidos. La roca más abundante del complejo metavolcánico que constituye el archipiélago es una meta-andesita, que aflora en algunas islas en forma de diques o roca masiva.

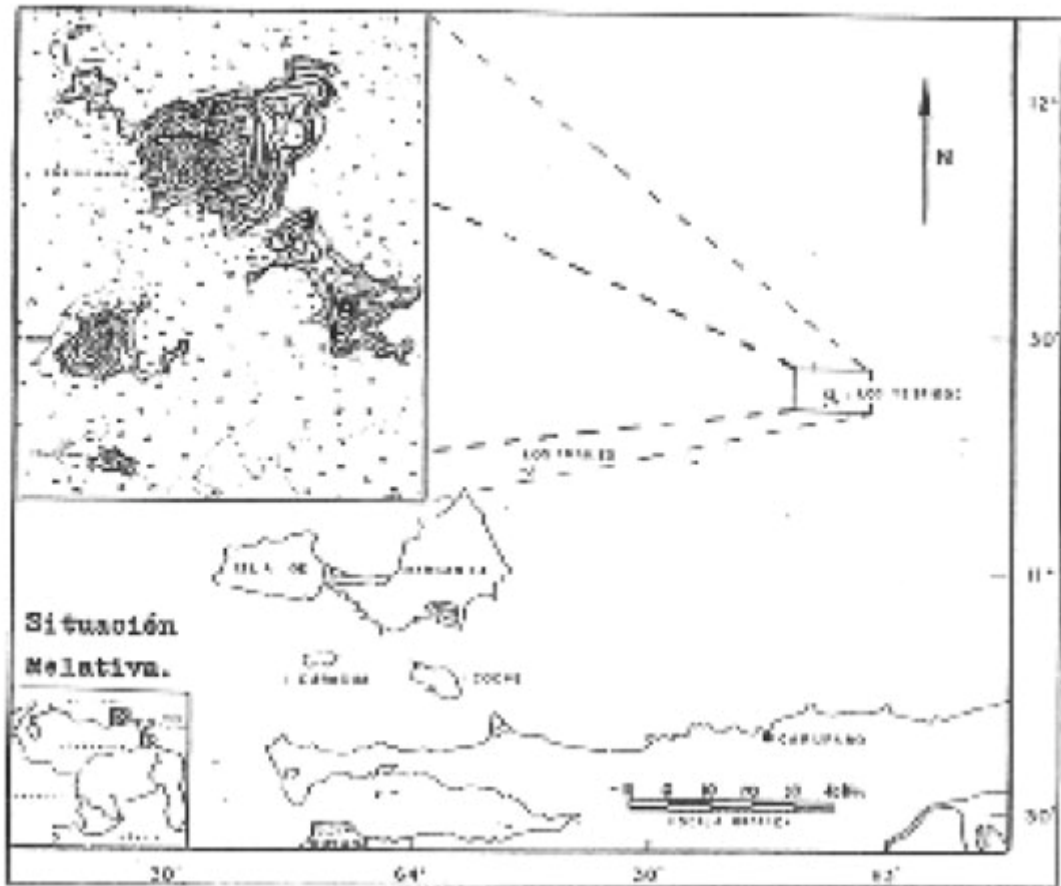
En el archipiélago se desarrolla una vegetación xerofítica-arbustiva, donde en las áreas altas predominan los cardones (*Lemoireucereus Griseus*), especie esta que también se encuentra en las partes bajas donde domina el manzanillo de playa (*Hippomane Mancinella*) y las hierbas halófilas, constituidas por gramíneas de diferentes especies, entre las cuales, la más importante es la verdolaga rastrera (*Sporobolus Virgicus*).

Entre las especies xerofíticas entre las que cabe mencionar: tuna brava (*Opuntia Wentiana*), melón o buche (*Melocatus Caesius*), cují (*Prosopis Juliflora D.C*), la ausencia total de vegetación de manglar es una característica única del archipiélago entre las demás dependencias venezolanas (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. 1982)

La hidrografía del archipiélago está representada por conjunto de quebradas de régimen intermitente controlados por la existencia de las lluvias esporádicas generadas básicamente por las perturbaciones atmosféricas, es decir las tormentas y huracanes ocurridas desde junio hasta octubre en el mar Caribe. (Santiago, 1998).

Entre las geofomas acumulativas recientes del archipiélago Los Testigos se destacan las playas. De acuerdo a (King 1972), las playas son acumulaciones de material suelto cercano al límite de acción del oleaje. Para que se pueda desarrollar una playa deben existir tres condiciones: contacto directo del mar con un área emergida, disponibilidad de sedimentos y una zona que contenga los sedimentos (Davis, 1985)

Gráfico N°1. Localización del Área de Estudio.



Fuente: (Santiago, 1999). Adaptado de (Caraballo, 1972)

## Metodología

El propósito de este estudio es la caracterización y análisis sedimentológico de las geoformas litorales recientes desde el punto de vista geocronológico, presentes en el archipiélago Los Testigos. Para ello se procedió en primer lugar al reconocimiento directo de la zona de estudio y a la recolección de muestras de sedimentos superficiales. Posteriormente las muestras recolectadas fueron secadas al aire libre; una vez secas, se realizaron los análisis sedimentológicos mediante la aplicación de la técnica del tamizado en seco, lo cual proporcionó los datos necesarios para la elaboración de las curvas granulométricas y el cálculo de los parámetros estadísticos como Tamaño promedio de los sedimentos (arenas) y la Selección, Asimetría y Kurtosis según Folk (1968); el tamaño promedio de partículas de los sedimentos se clasificaron en función a la escala propuesta por Wentworth (1922) y Krumbien (1934) la morfología de los granos de arenas se efectuó mediante la observación óptica de las arenas mediante el microscópico y las formas observadas fueron clasificadas comparativamente de acuerdo al método de Pettijohn (1949) y Powers (1953) y para el análisis mineralógico se empleó la difracción de Rayos X (DRX) efectuado en el Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN) adscrito al Ministerio de Energía y Minas de Venezuela. Todos estos métodos fueron aplicados con el fin de estimar la fuente de origen, los factores y agentes geomórficos involucrados en el transporte y acumulación de los sedimentos que constituyen las diferentes geoformas recientes existentes en el archipiélago.

## Discusión y Resultados

Una vez establecidas las proporciones porcentuales y los valores promedios del conjunto de parámetros estadísticos (Tamaño promedio de los granos de arenas, Selección, Asimetría o Simetría y Kurtosis); la morfología de los granos de arenas (índice de esfericidad y redondez) y mineralogía total de las muestras, necesarios para determinar las características y la dinámica sedimentaria de cada una de las zonas depositacionales (vaivén, berma, berma de tormenta, y ante-berma), que representan posiciones geomorfológicas que a su vez constituyen las geoformas o depósitos sedimentarios como son: las playas, existentes en ciertos sectores del archipiélago Los Testigos.

### **Playa Barlovento – Isla Testigo Grande**

Playa Barlovento ubicada en el sector sur-oriental de la isla Testigo Grande (Grafico N°2 y N°3), está constituida generalmente por sedimentos no cohesivos representados por arenas de grano fino (2,06 Ø), cuyo grado de selección es bueno (0,45 Ø); los núcleos sedimentarios de las muestras presentan en promedio una distribución de las partículas casi simétrica (0,07); la agudeza o kurtosis de las curvas de frecuencia de las muestras es en promedio de carácter mesocúrtico (1,02) (Cuadro 1).

Estas características granulométricas, permiten deducir que las condiciones y la dinámica sedimentaria bajo las cuales se depositaron o depositan las arenas que integran la playa Barlovento, corresponden a un ambiente, donde los principales agentes transportadores y depositacionales son el oleaje, la corriente litoral y el viento, cuyos flujos en forma generalizada presentan una fuerza moderada de uniformidad continua a través de un largo período de tiempo; generando así una acumulación sedimentaria cuya mezcla es mixta con un predominio de las arenas finas.

Estas características sedimentológicas definen un ambiente depositacional de energía moderada (mesocúrtica), donde el oleaje y las corrientes litorales son capaces de fragmentar, disolver y arrastrar los materiales bioclastos calcáreos de la fauna de moluscos y coralina provenientes de la plataforma marina del archipiélago, por lo cual las pequeñas cantidades del material carbonático de retardo, en ningún momento modifica la composición granulométrica del material de las zonas de vaivén y berma de la playa. El índice de redondez de las arenas que conforman la playa se ubica en su mayoría en las categorías de sedimentos redondeados y sub-redondeados, donde las irregularidades y aristas iniciales de los bordes de las partículas de sedimentos han sido parcialmente modificadas (Gráfico N° 4), lo cual indica que el trabajo de los agentes morfodinámicos ha sido moderado y estos índices vinculados con los contenidos porcentuales de carbonatos (15%), permiten sugerir que la fuente de origen probable de los sedimentos es la plataforma marina donde se encuentra emplazado el archipiélago.



Gráfico N°2 Localización de los ambientes depositacionales estudiados en el archipiélago Los Testigos, Dependencias Federales, Venezuela

Gráfico N° 3 Playa Barlovento – Isla Testigo Grande



Fuente: Santiago. C (1999).

**Cuadro 1**  
**Parámetros Estadísticos (Promedios)**

Ambientes Deposicionales y Parámetros Granulométricos	Valores Numéricos	Escala Verbal
Playa Barlovento		
Tamaño Promedio de los Sedimentos	2,06 Ø	Arenas de grano fino
Selección	0,45 Ø	Buena selección
Asimetría	0,07	Casi simétrica
Kurtosis	1,02	Mesocúrtica
Playa El Tamarindo		
Tamaño Promedio de los Sedimentos	2,03 Ø	Arenas de grano fino
Selección	0,28 Ø	Muy bien seleccionada
Asimetría	0,15	Asimetría positiva
Kurtosis	1,34	Leptocúrtica
Playa Iguana		
Tamaño Promedio de los Sedimentos	1,85 Ø	Arenas medias
Selección	0,32 Ø	Muy bien seleccionadas
Asimetría	- 0,07	Casi simétrica
Kurtosis	1,12	Leptocúrtica

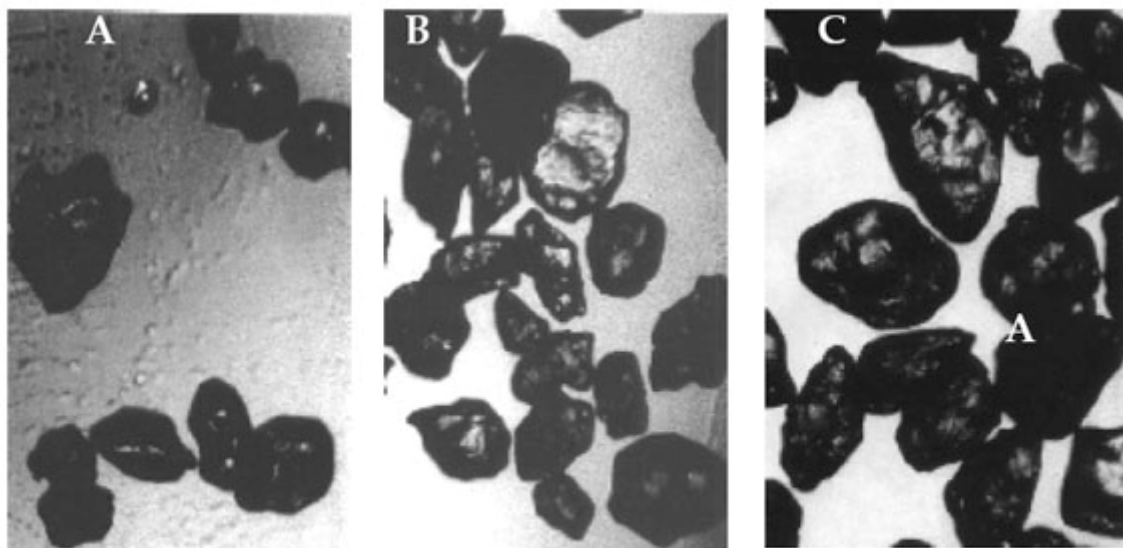


Grafico N° 4 Microfotografía de las Arenas que componen los ambientes deposicionales en el archipiélago Los Testigos (A) Playa Barlovento, (B) Playa Tamarindo y (C) Playa Iguana.  
Foto: Pereira I (2002)

#### **Playa El Tamarindo - Isla Testigo Grande.**

En el sector occidental o de sotavento de la isla Testigo Grande se emplaza la playa El Tamarindo (Gráfico N° 2 y N°5), integrada casi en su totalidad por arenas de grano fino (2,03 Ø), muy bien seleccionadas (0,28 Ø), donde la mezcla de las partículas finas predominan significativamente sobre las mezclas de las partículas medias y gruesas dentro de la distribución de la matriz sedimentaria, lo cual trae como resultado una asimetría positiva (0,15). La agudeza o kurtosis de las curvas de

frecuencia en promedio es de carácter leptocúrtica (1,34), Cuadro 1.

Las características granulométricas anteriores, permiten sugerir que las arenas que integran la playa El Tamarindo fueron transportados y acumulados en un ambiente de alta energía, en el cual los principales agentes morfodinámicos estuvieron representados por el oleaje y la corriente litoral las cuales son difractadas y refractadas por la intervención directa de la posición de las islas que componen el archipiélago y de la plataforma marina del mismo.

El índice de redondez de los sedimentos tipificados como redondeados y sub-redondeados (Gráfico N° 4), y la mineralogía de estos (7%) de carbonato, sugieren que su fuente de origen es la plataforma marina la cual se encuentra cercana al área de depositación final de las arenas.



Gráfico N° 5 Playa Tamarindo - Isla Testigo Grande.

Fuente: Santiago C. (1999)

### **Playa Iguana – Isla Iguana**

La Playa Iguana, localizada en el sector oriental de la isla del mismo nombre (Gráfico N° 2 y N°6), se caracteriza por estar constituida por arenas medias (1,85  $\phi$ ) con un grado de selección muy bueno (0,32  $\phi$ ). La distribución de las mezclas de material medio y fino dentro de la matriz sedimentaria es casi equilibrada, es decir, casi simétrica (0,07); y la agudeza o kurtosis es de naturaleza o carácter leptocúrtica (1,12) (Cuadro 1).

Valores granulométricos que permiten inferir que las condiciones bajo las cuales se depositaron los sedimentos que la playa, corresponden a un ambiente entre moderada y alta energía; actualmente la fuerza del oleaje, las corrientes litorales y de las mareas es moderada, producto de la difracción y refracción de los mismos al entrar en contacto directo con la plataforma marina situada a poca profundidad y con algunas islas que debido a su ubicación tienden a distorsionar su dirección, generando así en el oleaje una reducción de la velocidad y la pérdida de la capacidad de transportar sedimentos gruesos; por lo cual el aporte sedimentario de los agentes marinos es principalmente arenas medias y finas.



El índice de redondez de las partículas sedimentarias tipificado como sub-redondeados (Gráfico N° 4) y la mineralogía carbonática de estos, indican que el trabajo ejercido por el oleaje ha sido medio y su fuente de origen posiblemente es la plataforma marina cercana a su lugar de depositación actual.



Gráfico N° 6 Playa Iguana – Isla Iguana.

Fuente: Santiago C. (1999)

### **Conclusiones**

En el archipiélago las geoformas recientes asociadas a los procesos de sedimentación están representadas fundamentalmente por las playas.

Los sedimentos que constituyen las geoformas de acumulación de carácter litoral son arenas finas a medias ( $2,06\phi$ ,  $2,03\phi$ ,  $1,85\phi$ ), bien seleccionadas ( $0,45\phi$ ,  $0,28\phi$ ,  $0,32\phi$ ), casi simétricas ( $0,07$ , -  $0,07$ ) y mesocúrticas ( $1,02$ ), valores granulométricos que permiten inferir que estos sedimentos fueron transportados y depositados en un ambiente de energía moderada representado por el mar como principal agente geomorfológico.

La composición mineralógica de las arenas es esencialmente silíceas, en la cual predominan el mineral de sílice ( $65 - 35\%$ ) y una escasa proporción de calcita ( $20 - 10\%$ ), representado por bioclastos, que debido a la acción abrasiva y disolvente del oleaje en la zona de rompiente, los reducen a mínimas partículas que no alteran la composición granulométrica de los depósitos.

En cuanto al índice de redondez de la mayoría de los sedimentos se ubican entre las categorías de redondeados, sub-redondeados y sub-angulosos, lo cual permite señalar que la principal fuente de suministro de materiales está representada por la plataforma marina está cercano al lugar de deposición final.

El Archipiélago Los Testigos representa una importante avanzada marítima para Venezuela, ya que su presencia le genera al país una Zona Económica Exclusiva caracterizada por la abundancia de recursos mineros, pesqueros, turísticos y

ecológicos que son fuentes de enormes divisas.

Se recomienda una mayor divulgación a nivel público y educativo de la importancia geoestratégica, geoeconómica y científica del archipiélago Los Testigos; igualmente una mayor asistencia técnica, educativa y ambiental de parte de los entes gubernamentales para con los habitantes permanentes del archipiélago mediante la implementación de proyectos de desarrollo endógenos.

## Referencias

1. Caraballo, L. (1972). Sedimentos de algunas Dependencias Federales. Laguna N° 29. Cumana – Venezuela. Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente. pp. 33 - 42.
2. Casanovas, V. (1987). Las dependencias federales del caribe venezolano. Caracas-Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Ediciones Taller Arauco C.A.
3. Cervigón, F. (1989). Islas de Venezuela. Caracas: Fundación Polar. p. 168.
4. Davis, R (1985). Beach and near shore zone coastal sedimentology environments. Springer Verlag. New York p.p 379 - 438.
5. Folk, R.L. (1968). Petrology of sedimentary rocks. Austin – Texas. U.S.A Hemphills.
6. King, C.A.M (1972). Beach and Coast. Edit Arnold, London. 270- 279.
7. Krumbein, W.C (1934) Size frequency distribution of sediment, Journal of sedimentary Petrology, v 4 p.65- 77.
8. Marcucci, E. (1990). Dinámica Sedimentaria en la Zona Costera Caracas - Venezuela. Cap 1 al 18. Sin publicar.
9. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables. (1982). Plan de Desarrollo integral de las Dependencias Federales: Sub-sector Central – Oriental. Caracas – Venezuela. M.A.R.N.R. Vol 7 pp. 105 – 109.
10. Olivo, B. (1989). Geografía de la región insular y del mar venezolano. Caracas – Venezuela. Editorial Ariel-Seix Barral.
11. Powers, M (1953) A new roundness scale for sedimentary particles. Journal of Sedimentary Petrology, v 23, 117 - 119.
12. Santiago, C. (1998) Caracterización Climática del Archipiélago Los Testigos, Dependencias Federales, Venezuela. Trabajo sin publicar.
13. Santiago, C. (1999) Caracterización Física del Archipiélago Los Testigos. (Resultados Preliminares). I Jornadas Venezolana de Impacto Ambiental. Maturín – Monagas.
14. Schubert, C. y Moticska, P. (1973). Reconocimiento Geológico de las Islas Venezolanas en el Mar Caribe entre Los Roques y Los Testigos (Dependencias Federales) Acta Científica. 24. pp. 25 – 35.
15. Schubert, C. (1983). Origen de las islas venezolanas. Ambiente. N° 3. Caracas – Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. pp. 8- 9.
16. Velásquez, C (1993) Importancia de la Localización Geográfica de la Avanzada

Marítima Archipiélago Los Testigos para la Geopolítica de Venezuela. El Geógrafo. Caracas – Venezuela. Servicio Geográfico de las Fuerzas Armadas.

17. Wentworth, C. (1922) A scale of grain and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, v. 30, p 377 - 392.

