

FABIO LAVERDE M.

Instituto Nacional
de Investigaciones
Geológico-Mineras
(Bogotá)

**SIGNIFICADO
PALEOGEOGRAFICO
DE LA FORMACION GUADUAS**

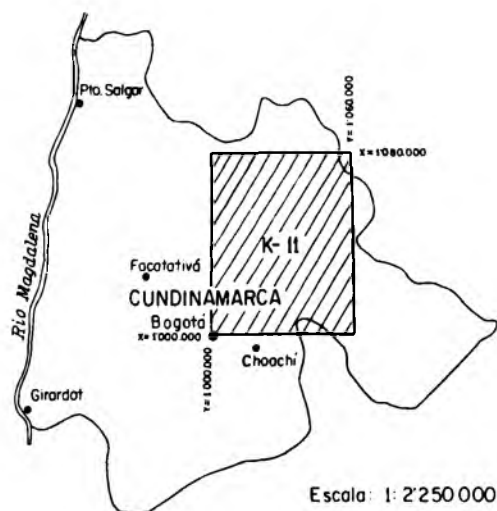
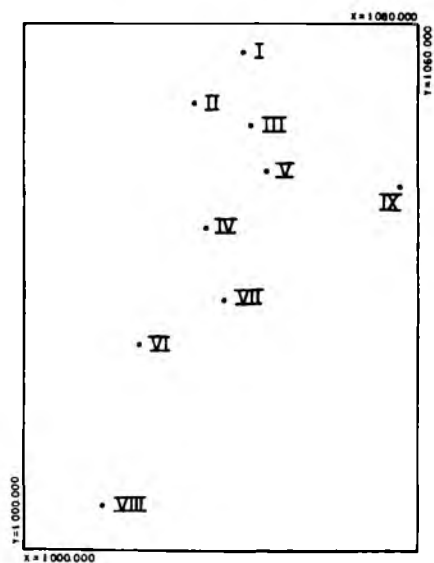


Fig. 1. Localización del área donde se levantaron las secciones estratigráficas.



Escala: 1 800 000

Resumen

La Formación Guaduas, un depósito sedimentario dividido en ocho (8) conjuntos litológicos, representa una costa clástica lineal con subambientes bastante definidos y en los cuales fue posible advertir cambios laterales y verticales de facies

* * *

Se logró configurar tres subambientes de deposición: Llanura Costera Aluvial o Llanura Deltáica-Fluvial con sus depósitos de orillar, diques naturales, cárcavas de desbordamiento y llanuras de inundación; Llanuras Deltáicas (Transicional e Inferior) con depósitos de bahías interdistributarias, barras de canal, cárcavas de desbordamiento y albufera; Llanuras de Marea cercanas a la costa, con depósitos de bahías interdistributarias, regueras de tormentas, canales de marea, pantanos de marea y albufera.

* * *

El significado paleográfico de la Formación Guaduas pone de manifiesto el carácter marcadamente fluvial de los conjuntos litológicos 2 a 6, mientras que los conjuntos litológicos 7 a 9 reflejan ya condiciones litorales o sublitorales.

* * *

Esta connotación paleogeográfica trae consigo implicaciones de índole económico, que posteriormente tendrán que ser analizadas y precisadas en más detalle, con el objeto de mejorar los conocimientos sobre nuestros recursos naturales no renovables.

1- INTRODUCCION

1.1- Objetivo

La gran importancia que actualmente poseen algunos recursos naturales no renovables y principalmente los energéticos, han motivado ciertas inquietudes en el campo investigativo, razón por la cual últimamente se han desarrollado programas tendientes a conocer y analizar en más detalle aquellas partes del subsuelo que ofrecen buenas perspectivas económicas.

La formación Guaduas es conocida desde tiempos atrás como la "Formación Carbonífera de la Sabana de Bogotá" y dada su importancia en la actual crisis energética debe desarrollarse con carácter prioritario investigaciones del tipo estratigráfico- ambiental que conduzcan a un entendimiento del marco paleogeográfico donde se formaron dichos carbones y así poder ubicar con mayor precisión capas de carbón en sitios con escasa información o en lugares aún no reportados.

El presente escrito solo pretende ser un aporte preliminar al conocimiento paleogeográfico de la Formación Guaduas, ya que sin duda, con otros estudios posteriores se logrará precisar y delinear con mayor exactitud la interpretación aquí enunciada.

1.2- Metodología

La metodología que se siguió para llevar a cabo este estudio consistió en el levantamiento de varias secciones estratigráficas en diversos sitios donde se presenta la Formación Guaduas, tomando como base el mapa geológico denominado K11 (Mc. LAUGHLIN, ARCE Y OTROS, 1969) y mediante un análisis estratigráfico y facial (LAVERDE, 1979) se logró determinar la subdivisión de la Formación Guaduas en ocho (8) conjuntos litológicos que posteriormente se describirán.

1.3- Localización

El área que cubre el presente estudio se encuentra localizada en el departamento de Cundinamarca (ver fig. 1) delimitada por las coordenadas: X-1'000.000 a 1'080.000; Y-1'000.000 a 1'060.000; donde se levantaron nueve (9) secciones estratigráficas.

2- ESTRATIGRAFIA

2.1- Generalidades

En el cuadro N° 1 se muestra esquemáticamente la nomenclatura estratigráfica que varios autores le han dado a la Formación Guaduas, siendo importante anotar que tanto la base como el techo de dicha Formación son coincidentes y únicamente se observan ciertas variaciones en su subdivisión.

La sucesión estratigráfica considerada en este estudio comprende desde el Conjunto Litológico 2 al Conjunto Litológico 9 (ver figura 2). Una descripción más detallada de esta subdivisión se encuentra en "Espesor, Estratigrafía y Facies de la Formación Guaduas en algunos sitios del cuadrángulo K-11" de LAVERDE (1979).

HETTNER 1892	HUBACH 1931	SCHEIBE 1933	HUBACH 1957 a	VAN DER HAMMEN 1957 b	NIGRINIS Y OTROS 1975	LAVERDE 1979
	Piso de Bogotá Horizonte del Cacho	Conjunto III	Fm. Bogotá Ar. del Cacho	Fm. Bogotá Ar. Cacho	Ar. Cacho	Conjunto Lit. 1
Guaduaschichten (Cretácico Superior)	Conjunto Superior PISO DE GUADUAS	Conjunto II PISO DE GUADUAS	Conjunto Superior P A L E O C E N O I N F E R I O R Ar. La Lajosa	Guaduas Superior P A L E O C E N O I N F E R I O R Ar. La Lajosa	TKg5 TKg4 Ar. La Lajosa	Conjuntos Litológicos 2, 3, 4, 5 Conj. Lit. 6
	Conjunto Medio PISO DE GUADUAS	Conjunto I CRETÁCICO SUPERIOR	Conjunto Medio P A L E O C E N O I N F E R I O R Ar. La Lajosa	Guaduas Medio P A L E O C E N O I N F E R I O R Ar. La Lajosa	TKg3	Conjunto Litológico 7
	Conjunto Inferior PISO DE GUADUAS		Conjunto Inferior P A L E O C E N O I N F E R I O R Ar. La Lajosa	Guaduas Inferior P A L E O C E N O I N F E R I O R Ar. La Lajosa	TKg2 TKg1	Conj. Lit. 8 Conjunto Litológico 9
Guadalupestufe	Piso de Guadalupe (Cretácico Superior)	Piso de Guadalupe	Arenisca Tierna Formación Guadalupe	Arenisca Tierna Formación Guadalupe	Arenisca Tierna Formación Guadalupe	Conj. Lit. 10

Cuadro N° 1 : Nomenclatura estratigráfica de la Formación Guaduas

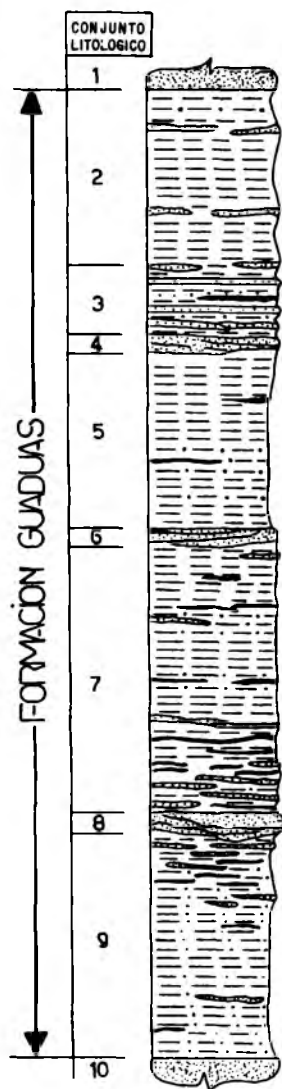
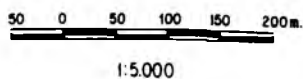


Fig. 2.- Columna Estratigráfica generalizada de la formación Guaduas en el Cuadrángulo K-11

CONVENCIONES

-  arcillolita
-  limolita
-  arenisca
-  carbón

ESCALA



2.2- Sucesión Estratigráfica Generalizada

De más moderna a más antigua se establece así:

Conjunto Litológico 2

Lodolitas, preferencialmente arcillolitas con un bandeamiento de colores oscuros y claros; bioturbación posiblemente perteneciente a la ichnofacies Skolithos (ver figura 3). Algunas capas delgadas a medianas de areniscas con un leve contenido de matriz arcillosa, un progresivo aumento de tamaño de grano, decrecimiento en redondez y selección en dirección NWSEE; así como delgadas capas de carbón en las secciones VI y IX.

Conjunto Litológico 3

Cuarzoarenitas de grano fino a medio en láminas y capas delgadas, maduras; estratificación interna predominantemente plana y paralela. interdigitadas se encuentran limolitas, arcillocitas y localmente carbón.

Conjunto Litológico 4

Areniscas de grano fino a medio (secciones I y II), medio a muy grueso (secciones III, IV, VII); observándose disminución de redondez, selección y aumento de tamaño de grano y matriz arcillosa en dirección NE-SW. La estratificación interna es plana y paralela o ligeramente curvada y no paralela; geometría lenticular en capas de espesor medio a muy grueso.

Conjunto Litológico 5

Arcillolitas principalmente grises y rojizas, con un aspecto abigarrado (secciones I, VIII), bandeo (secciones II, VII) y homogéneo (secciones V, VI). Localmente se encuentra carbón, restos de hojas fósiles y material limolítico.

Conjunto Litológico 6

Cuarzoarenitas de grano fino a medio, redondez y selección similares en casi toda el área estudiada; estratificación interna plana y paralela, ondulada y paralela e inclinada y curvada; geometría lenticular en capas medianas o gruesas. Se intercalan en su mayoría con láminas delgadas a capas delgadas de lodolitas.

Conjunto Litológico 7

Intercalación de arcillolitas, limolitas, areniscas y carbón con frecuentes nódulos, ondulaciones de corriente y localmente impresiones de hojas fósiles e ichnofósiles (Fodinichnia). El material lodoso y algunas areniscas de grano fino presentan gradación normal e inversa en el tamaño de grano y generalmente hay gran variabilidad en tamaño, redondez y selección. La laminación es plana, ondulada, ondulada no paralela.

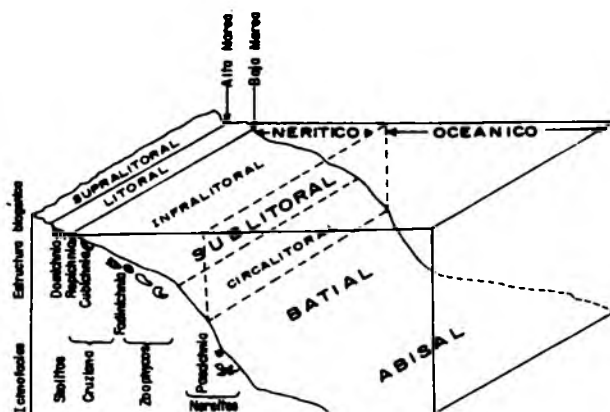


Figura 3.- Relaciones entre las comunidades icnofósiles y su distribución batimétrica. Dibujo modificado de HEDGPETH (1957 en KRUMBEIN y SLOSS, 1969) y FREY (1971).

Conjunto Litológico 8

Cuarzoarenitas de grano fino a medio con buen redondeamiento y selección; estratificación interna ondulada y subparalela, en menor proporción curvada, plana e inclinada; geometría lenticular en capas de espesores varios. Localmente se observan ondulitas de corriente, marcas de corriente, grietas de desecación, madrigueras ichnofósiles (*Domichnia* y *Fodinichnia*), estructuras de licuefacción y guijos de lodo. La mayoría de estas areniscas se intercalan con láminas delgadas a capas delgadas de lodolitas.

Conjunto Litológico 9

Intercalación de lodolitas; cuarzoarenitas de grano fino y medio, buena selección y mejor redondeamiento hacia el oeste; localmente carbón. En el material lodoso se presenta laminación plana, ondulada lenticular y flaser; en las cuarzoarenitas la estratificación interna y la geometría varían de plana a ondulosa paralela y subparalela. Localmente se encuentran ondulitas, ichnofósiles (*Fodinichnia*), foraminíferos y nódulos limolíticos.

3- PALEOGEOGRAFIA

3.1- Análisis

Existen algunos elementos de análisis que son posiblemente diagnósticos de determinadas características depositacionales, implicando ya un esquema deductivo que permite junto con otros factores dados enmarcar un conjunto litológico dentro de la relación tiempo-espacio, definiéndose de esta manera la geomorfología, configurándose su extensión regional y el ámbito donde se desarrolló dicho conjunto.

El bandeamiento de colores oscuros y claros de las arcillolitas del conjunto litológico 2, puede deberse a una depositación intermitente con respecto a un nivel de aireación. REINECK - SINGH (1975:132) considera que una predominancia de colores rojizos implicaría ambientes oxidantes, mientras que si tal preponderancia es de color gris podrían insinuar ámbitos reductores, tal fenómeno es bastante claro en el conjunto litológico 5.

El desarrollo de una zona pantanosa con vegetación caracterizaría a ciertos sectores de los conjuntos litológicos 2, 3 y 5, que presentan carbón y restos de hojas fósiles; la bioturbación manifiesta en varios conjuntos litológicos con una distribución batimétrica aproximada según el tipo de ichnofacies. (ver figura 3 y descripción de la sucesión estratigráfica generalizada) evidencia una actividad de organismos animales en un ámbito supralitoral a infralitoral, el cual es directamente proporcional con la aireación del medio e inversamente proporcional a la velocidad de sedimentación FREY (1971: 113-116 en LAVERDE, 1979:71), pudiéndose considerar como segunda alternativa una muy rápida sedimentación en el caso de que ésta fuese de origen primario. Algunos estratos que no presentan estratificación interna visible o muestran homogenización, pueden suponerse caigan dentro de esta consideración. En el conjunto litológico 9, existe una estrecha relación de foraminíferos e ichnofósiles que sustentan el carácter litoral a infralitoral de esta parte de la Formación Guaduas.

Los indicadores de corrientes divergentes (LAVERDE, 1979: figura 13) y generalmente de sur a norte son indicativos de corrientes moviéndose en un ámbito fluvio-deltáico y provenientes de una región situada al sur o sur este. Las ondulitas de corriente reflejan la parte inferior del régimen de flujo y su asociación con la estratificación interna y geometría donde se encuentran posiblemente se deba a una interacción de olas y corrientes como lo expresa HARMS (1969:363-368).

El tipo de estratificación interna y los materiales del conjunto litológico 3, pueden implicar variaciones en la velocidad de las corrientes, configurando intermitencia en el depósito y sucediéndose de manera selectiva con material fino en suspensión, de similar manera HECKEL (1972:285) discute este tipo de facies. Contrasta dicha característica con el tipo de corrientes ondulosas, migrantes y de un régimen hidráulico bastante alto del conjunto litológico 4, idea ésta ya expuesta y verificada por REINECK-SINGH (1975:88) en análisis de sedimentos recientes.

La estratificación interna de los conjuntos litológicos 6 y 8 supone para el primero regímenes de flujo medios-altos y considerablemente acelerados y para el segundo predominantemente corrientes ondulosas; mientras que las formas onduladas lenticulares y flaser presentes en el conjunto litológico 9 se realizan en zonas litorales donde hay una importante interacción de olas y mareas menguantes (REINECK-WUNDERLICH, 1968:103-104).

3.2.- Interpretación

Las características anteriormente analizadas, permiten deducir que los conjuntos litológicos 2 a 6 en su mayor parte son claramente fluviales, (ver figura 4) en donde los conjuntos litológicos 2 y 5 representarían depósitos de llanuras de inundación con una sedimentación intermitente, permitiendo el desarrollo de vegetación y organismos animales en el período de descenso del nivel de aguas y originando localmente pantanos fluviales.

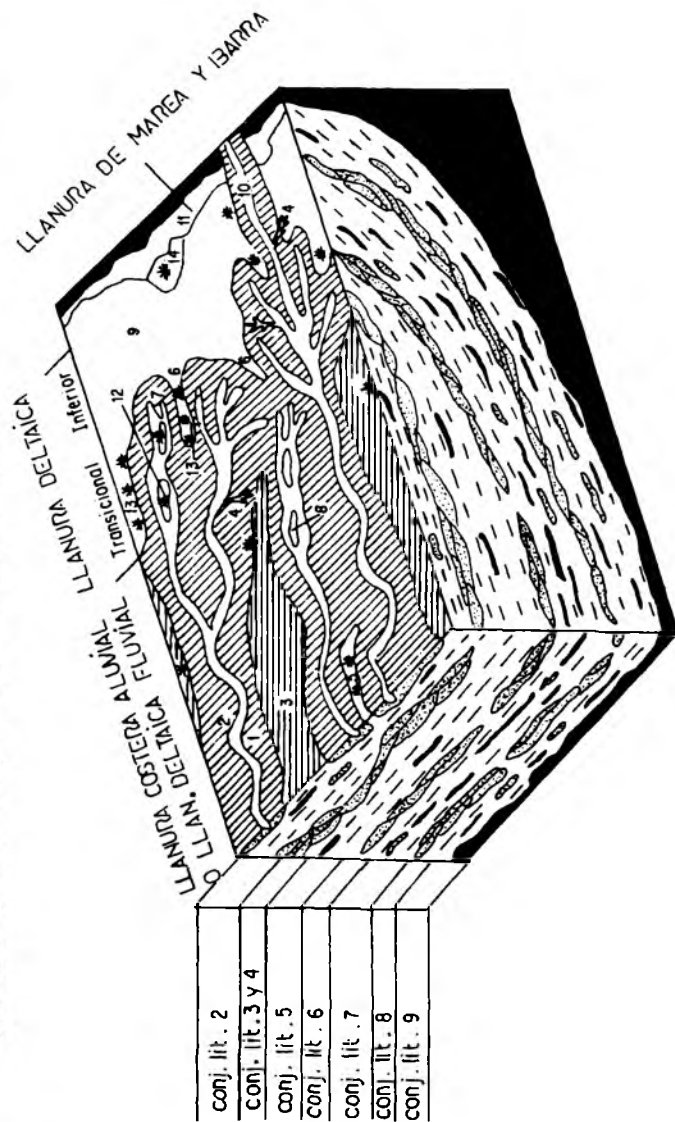
Los depósitos de orillas o de borde de canal (bank deposits) con sus formas típicas: cárcavas de desbordamiento y diques naturales ("Crevasse splay" y "Natural levee" respectivamente de REINECK-SINGH 1975:244-248) estarían representados por las areniscas y lodolitas del conjunto litológico 3.

Los conjuntos litológicos 4 y 6 corresponderían a depósitos de canal del tipo orillar o "Point bar deposits" (RAASVELDT y TOMIC, 1958:179-181) ya que las características texturales y estructurales así lo indican.







La asociación de organismos y materiales en la forma como estos se presentan en el conjunto litológico 7 permiten afirmar que éste corresponde a un depósito de llanura deltáica ("Delta Plain" según HORNE y OTROS, 1978:2382) cerca a la línea de costa, donde podrían identificarse con relativa facilidad: marismas, bahías interdistributarias, lagos, depósitos de canal, depósitos de orillas y albufera.

La textura de las areniscas, guijos de lodo, indicadores de corrientes divergentes, estructuras de licuefacción, geometría lenticular e ichnofósiles del conjunto litológico 8 necesariamente hacen suponer que éste represente

Fig. 4 - Bloque diagrama en donde se muestran los subambientes de deposición, sus depósitos y la correspondencia con los conjuntos litológicos de la Formación Guaduas.



CONVENCIONES

	depósito de canal	1	orillar	8	barras de canal
	depósito de inundación	2	dique natural	9	albufera
	depósito de barra	3	llanura de inundación	10	canal de marea
	areniscas	4	cárcavas de desbordamiento	11	llanura de marea
	lodolitas	5	panzano fluvial	12	barras con vegetación
	carbón	6	bahía interdistributaria	13	marismas
		7	barra en desembocadura de distributarios	14	panzanos de marea

un depósito de canal del tipo barras de canal ("Chanel Bar Deposits" de REINECK-SINGH, 1975:238-244 o "Complejos de Canales Entrelazados" de SELLEY, 1976:27-30) en un ambiente de llanura deltáica.

La interestratificación de areniscas, lodolitas y parcialmente carbón en el conjunto litológico 9, su estratificación interna y geometría, además de la relación con los depósitos ya mencionados, con criterios válidos para decir que corresponde a llanuras intramareales y bahías interdistributarias, presentándose canales de marea, regueras de tormentas ("Storm Vashovers" de HORNE y OTROS, 1978:2387-2390), pantanos de marea y albufera.

Finalmente se puede concluir que la Formación Guaduas representaría fisiográficamente una costa clásica lineal o un modelo de barra (SELLEY, 1976:103-121) y HORNE y OTROS, 1978:2379-2411, en LAVERDE, 1979:84-86) en donde pueden diferenciarse los siguientes subambientes:

Llanura Costera Aluvial o Llanura Deltáica-Fluvial Superior, compuesta por los conjuntos litológicos 2 a 6.

Llanuras Deltáicas (Transicional e Inferior), representadas por los conjuntos 7 y 8.

Llanuras de mareas cercanas y paralelas a la costa (back-barrier), correspondientes al conjunto litológico 9.

REFERENCIAS CITADAS

- FREY, R.W., 1971.- Ichology - The study of ancient and recent Lebensspuren, in: PERKINS, B.F. (Editor), Trace Fossils, pp 91-125, Baton Rouge.
- HARMS, J.C., 1969.- Hydraulic significance of some sand ripples, Geol. Soc. Am. Bull. V 80, pp 393-396, Boulder - Colorado.
- HECKEL, P.M., 1972.- Recognition of ancient shallow marine environments, in: RIGBY, J.K. and OTHERS (Editors). Recognition of ancient sedimentary environments, Soc. Econ. Pal. Min. Spec. Pub. N° 16, pp 226-286, Tulsa.
- HORNE, J.C., FERM, J.C., CARUCCIO, F.T. and BAGANZ, B.P., 1978.- Depositional models in coal exploration and mine planning in Appalachian region, Am. Ass. Petr. Geol. V 62, N° 12, pp 2379-2411, Tulsa.
- KRUMBEIN, W.C., SLOSS, L.L., 1969.- Estratigrafía y sedimentación. Unión Tipográfica editorial Hispano-Americana, pp 778, México.
- LAVERDE, F., 1979.- Espesor, Estratigrafía y facies de la Formación Guaduas en algunos sitios del cuadrángulo K-11, Ingeominas, Informe N° 1786, pp 92, Bogotá.
- McLAUGHLIN, D.H., ARCE, M., 1969.- Mapa geológico del cuadrángulo K-11 - "Zipaquirá", Ingeominas, Bogotá.
- RAASVELDT., H.C., TOMIC, A., 1958.- Lagunas Colombianas, en: Rev. Acad. Col. Cienc. Exact. Fis. Nat. Vol. X, N° 40, pp 179-181, Bogotá.
- REINECK, H.E., SINGH, I.B., 1975.- Depositional sedimentary environments, Springer-Verlag, pp 412, New York-Heidelberg-Berlin.
- REINECK, H.F., WUNDERLICH, F., 1968.- Classification and origin off flaser and lenticular bedding, Sedimentology, VII, pp 94-104, Amsterdam.
- SELLEY, R.C., 1976.- Medios sedimentarios antiguos. H - Blume ediciones, pp 251, Rosario 17 - Madrid 5.