

# UN TIPO DE CICLO DELTAICO EN EL WESTFALIENSE SUPERIOR DE LA CUENCA CARBONIFERA CENTRAL

J. R. COLMENERO NAVARRO Y P. BARBA REGIDOR

TRABAJOS DE GEOLOGÍA Colmenero Navarro, J. R. y Barba Regidor, P. (1985).—Un tipo de ciclo deltaico en el Westfaliense Superior de la Cuenca Carbonifera Central. *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 15, 29-36. ISSN 0474-9588.



Los deltas constituyeron un sistema deposicional muy importante en la sedimentación de las series westfalienses de la Cuenca Carbonifera Central. En este trabajo se analiza un ciclo generado por la progradación de un delta somero dominado por acción fluvial. Su secuencia progradante negativa está dominada por litofacies arenosas de canales y barras de distributarios. En la litofacies de plataforma deltaica, varias capas de carbón con gran extensión areal marcan fases inactivas sin aporte antes de su abandono definitivo.

The deltas were one of the main depositional systems in Westfalian sedimentation of Central Asturian Coalfield. A prograding shallow fluvial dominated deltaic cycle is analyzed in this paper. The prograding coarsening-upward sequence consists mainly of sandstone lithofacies deposited by small-scale distributary fluvial channels and bars. Several widely distributed bituminous coal seams in the delta-plain lithofacies reflect inactive stages without sedimentation before its definitive abandonment.

*J. R. Colmenero Navarro y P. Barba Regidor, Departamento de Estratigrafía, Facultad de Geología, Universidad de Oviedo, España. Manuscrito recibido el 10 de enero de 1985.*

Los sedimentos westfalienses de la Cuenca Carbonifera Central (C.C.C.) presentan frecuentes intercalaciones clásticas y carbonatadas dentro de series eminentemente lutíticas. Cuando su espesor y extensión areal es grande, o están asociadas a determinadas capas de carbón, se ha utilizado diversa nomenclatura estratigráfica informal de origen minero para su denominación: Pudingas de Generalas y de San Antonio, Calizas de la Sucia, de la Nueva y de la Torala, Areniscas de la Cruz, de la Voz, etc. En el caso de las intercalaciones clásticas, sus transiciones desde o hacia lutitas, generan secuencias más o menos espesas de las que también suelen formar parte otros componentes como calizas y capas de carbón.

En los últimos años, y a través de sucesivos trabajos, Sánchez de la Torre *et al.* (1981, 1983, e *in litt.* a, b) describieron e interpretaron algunos de los tipos más característicos de secuencias presentes en diversas partes de la C.C.C., destacando el carácter deltaico de la mayor parte de las mismas. De esta forma, se han reconocido principalmente secuencias de deltas: constructivos posiblemente digitados, de

plataforma deltaica con canales distributarios y de *fan-deltas*.

En este trabajo se va a analizar un nuevo tipo de ciclos deltaicos presentes en la zona central del Paquete Generalas, en el Sinclinal de San Fernando del Sector Aller-Nalón de la C.C.C. (Fig. 1 a y 1 b). Dentro de la serie estratigráfica general, este Paquete, de edad Westfaliense C-D (Kashirsky-Podolskiy), constituye la transición entre los grupos Lena y Sama que componen las dos unidades cronoestratigráficas mayores de la Cuenca. En este Sinclinal, sus límites inferior y superior los marcan la Caliza de la Torala y un nivel arenoso equivalente lateralmente a la Pudinga de Generalas. El espesor es próximo a 275 m y la litología dominante lutitas con fauna marina (Fig. 1 c).

## LITOFACIES

Las secuencias detríticas, que vamos a tratar, se cortan en diversos puntos (Fig. 1 b) a lo largo de la pista de acceso a la explotación minera de Coto Bello (E. N. HUNOSA). En total se han realizado 6 columnas estratigráficas parciales,

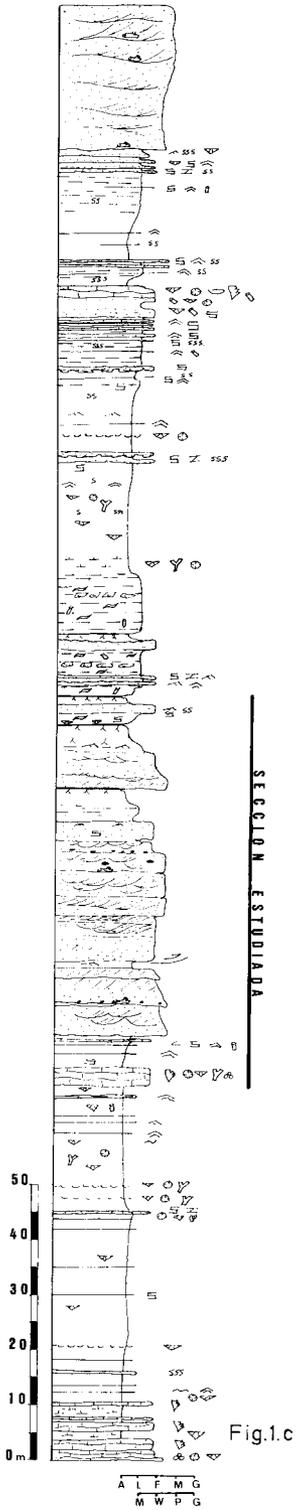


Fig.1.c

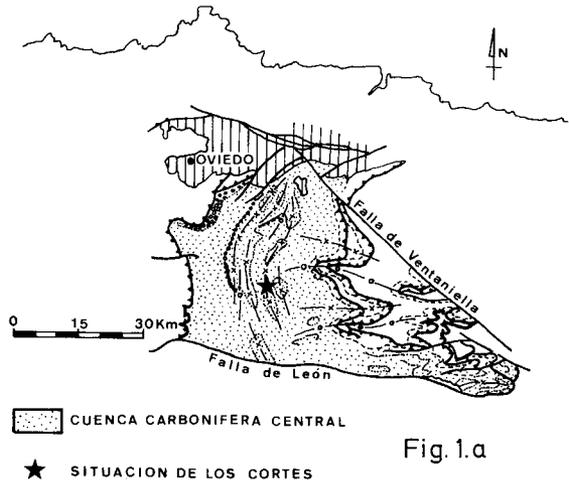


Fig.1.a

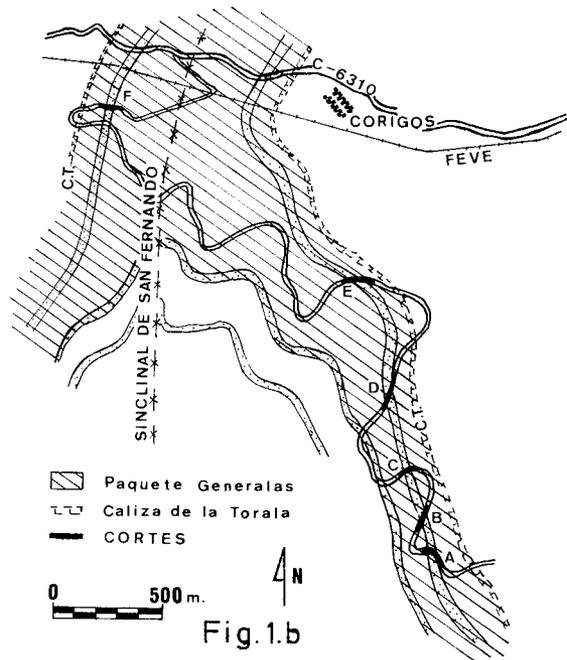


Fig. 1 a.-Esquema de situación geológica. b.-Localización de las columnas realizadas dentro del Sinclinal de San Fernando. c.-Columna general del Paquete Generales.

tomando como muro de las mismas un horizonte calcáreo, correlacionable en todas las series, y como techo la tercera capa de carbón presente. Las series A, B, C, D y E, situadas en el flanco E del sinclinal están separadas entre sí por distancias variables entre 120 y 550 m, siendo aproximadamente 1.350 m el total entre las columnas extremas. La columna F está situada en el flanco W y su distancia a la más próxima sobrepasa los 1.500 m.

Las series, de espesor variable entre 64,4 y 74,6 m (columnas E y B respectivamente), pueden dividirse en cuatro litofacies (Fig. 2) que de muro a techo son:

#### Carbonatos (I)

Calizas *wackestones* margosas y oscuras, de espesor variable entre 2 y 7 m, con fauna de braquiópodos, crinoideos, corales solitarios, ramosos y laminares, foraminíferos, sphinctozos, algas rodofíceas (*Archaeolithophyllum* y *Ungdarellacea*) y dasicladaceas. Localmente pueden constituir a techo pequeños *baffles* o formar *bindstones*.

#### Lutitas y areniscas en secuencia negativa (II)

Alternancias de lutitas, limolitas y areniscas constituyendo una secuencia negativa en tamaño de grano y potencia de estratos. Su espesor menor (6 m) se localiza en los cortes centrales (columnas C y D) y aumenta hacia los extremos (14,5 y 19 m respectivamente en las columnas A y F).

Las lutitas son margosas y fosilíferas hacia la base; posteriormente, de forma progresiva, pierden ambos caracteres. En todo el tramo se hallan moderadamente bioturbadas. Las limolitas constituyen hacia la base del tramo delgadas intercalaciones con base neta y techo gradual, con excavaciones orgánicas.

Las areniscas aumentan en espesor, frecuencia y tamaño de grano hacia el techo del tramo, donde se hacen dominantes e incluso llegan a superponerse erosivamente (Fig. 3 a). Las capas, individualmente, presentan estructuras de energía decreciente: laminación paralela y ripples de corriente u ola; sus bases son netas, a veces erosivas, y el techo gradual. Las más inferiores, pueden contener braquiópodos y crinoideos arrastrados. En las de mayor potencia

llega a existir laminación cruzada muy tendida, con surcos aislados y en ocasiones posibles *hummocks*, así como excavaciones verticales, subverticales y *Arenicolites* hacia el techo de las mismas. Una de las capas, con un espesor medio de 50 cm llega a reconocerse en todos los cortes; las demás, poseen continuidad lateral muy variable. Las direcciones de corriente muestran gran dispersión, prácticamente en todos los sentidos.

#### Areniscas (III)

Consta de 20 a 38 m (columnas F y D respectivamente) de litarenitas de grano medio a fino, con estratos potentes, erosivos y discontinuos (Fig. 3 b). Su contacto con la litofacies inferior es neto a claramente canalizado (Fig. 3 c).

Presenta gran abundancia de estratificaciones cruzadas destacando:

- *Sets* de media a gran escala (espesor superior a 1 m), de relación longitud-altura grande, con láminas cóncavas, asintóticas a sigmoidales y gradación longitudinal negativa (tamaño de grano y espesor de lámina mayor hacia el techo). Intercalaciones de material fino carbonoso hacia la base con *ripples*. Direcciones de corriente predominantemente hacia el SE, desviándose en ocasiones 90° hacia el SW.

- *Sets* en surco de mediana escala (0,30 a 0,50 m de espesor), con relleno concordante o discordante en sección transversal y láminas cóncavas y asintóticas a la base, con gradación longitudinal positiva o negativa en sección longitudinal; ocasionalmente conservan la morfología dunar (Fig. 3 d) o cambian a *sets* tabulares de igual tamaño con láminas tangentes a la base. Dirección dominante hacia el SE.

- *Sets* sigmoidales de mediana escala con gradación longitudinal positiva. Estas estructuras pueden estar asociadas o no a canales. En el primer caso, se superponen a depósitos de fondo de canal o *lags* de potencia desigual compuestos, fundamentalmente, por moldes de restos leñosos de gran tamaño, cantos de carbón y de pizarra. En el segundo caso, la superficie inferior es transicional.

La base de los canales suele ser poco penetrativa, con nula correlación lateral. Sólo, en raras ocasiones, su relleno constituye una secuencia positiva hasta lutitas laminadas por *ripples*.

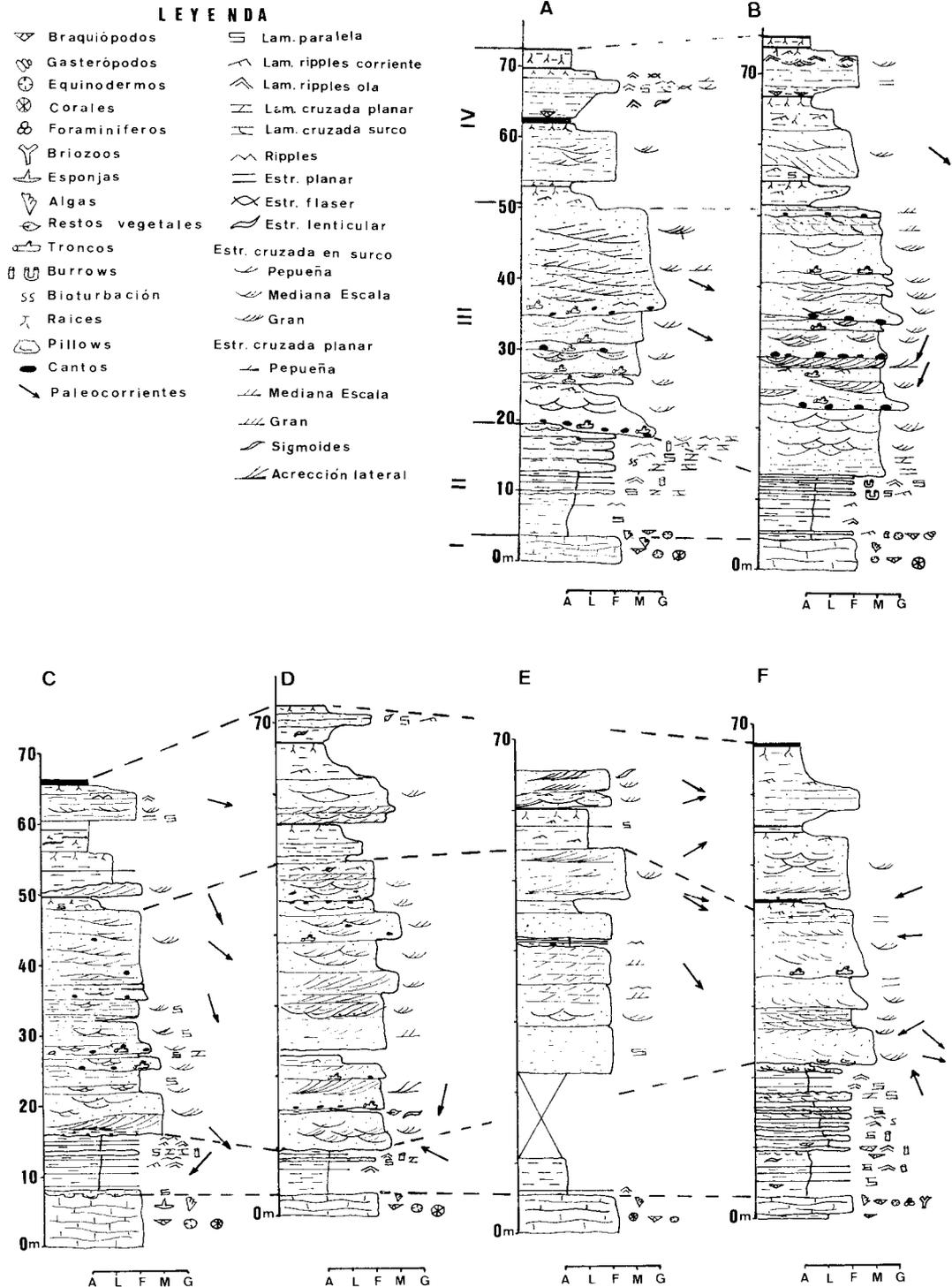


Fig. 2.-Columnas estratigráficas estudiadas.

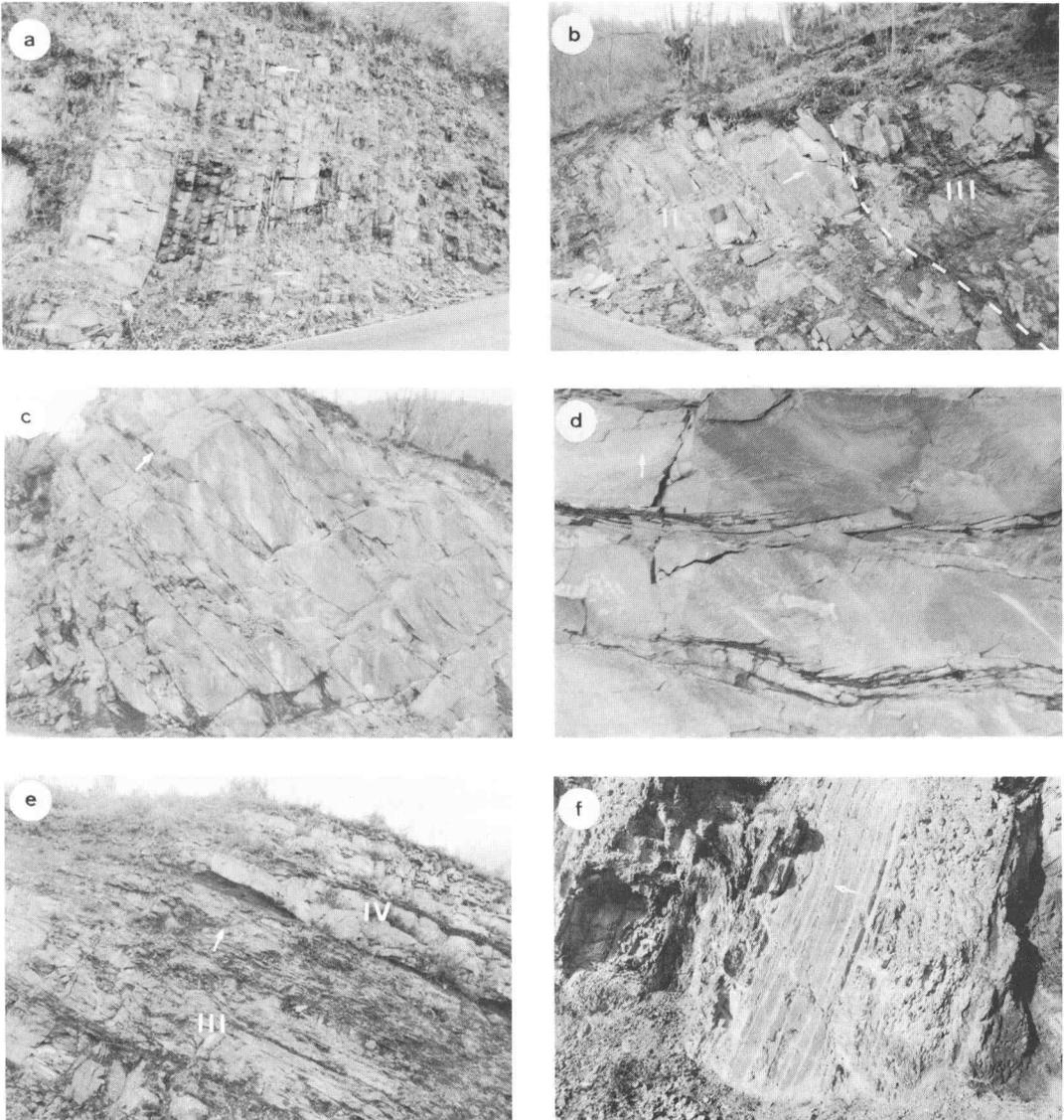


Fig. 3 a.-Alternancias de areniscas y lutitas en secuencia negativa. Litofacies II de frente deltaico. Corte F (techo hacia la izquierda). b.-Contacto erosivo y canalizado entre las litofacies II y III. Corte A (techo hacia la derecha). c.-Aspecto general de la litofacies III en el corte A. d.-Sets de estratificación cruzada en surco de mediana escala en el relleno de un canal. Litofacies III en el corte B. e.-Aspecto general del tránsito entre las litofacies III y IV en el corte E. Se observa un canal erosionando la capa de carbón inferior. f.-Bisecuencia negativa-positiva correspondiente a facies de desbordamiento (*crevasse-splay*) entre la segunda y tercera capa de carbón, en el corte D. Techo hacia la izquierda.

*Lutitas y areniscas con capas de carbón (IV)*

Es el conjunto heterogéneo y está ligado a tres capas de carbón correlacionables a lo largo de todos los cortes. Estas capas permiten individualizar tres tramos:

IV.1.-Limolitas arenosas a lutitas con laminación de *ripples* de corriente y bioturbación por raíces a techo, terminando en una capa de carbón. Espesor hasta 5,5 m.

IV.2.-Litarenitas de grano fino a medio, en contacto neto sobre la capa de carbón inferior o

separado de la misma mediante lutitas arenosas laminadas. Hacia el techo, en secuencia positiva, gradan a limolitas arenosas con laminación de *ripples* de corriente, lutitas bioturbadas por raíces y carbón. Las principales estructuras son canales de hasta 5 m de potencia, con relleno lateral y estratificación en surco (Fig. 3 e) y *sets* tabulares o sigmoidales de mediana escala.

IV.3.-Bisecuencia negativa-positiva de lutitas y litarenitas de grano fino que termina en una capa de carbón (Fig. 3 f). Estratos delgados, lajosos, ondulantes o lenticulares, con microlaminación paralela, de ola y *flaser*. Braquiópodos en la base.

#### AMBIENTES DEPOSICIONALES

Estas secuencias se interpretan como de origen deltaico. En su más amplio sentido, un delta constituye un complejo sistema deposicional, parcialmente subaéreo, formado por la progradación de ambientes fluviales sobre zonas sumergidas marinas (o lacustres). De esta progradación resulta una secuencia negativa de someración.

Bajo la sucesión estudiada, los caracteres que presenta el Paquete Generalas son netamente marinos, con abundante fauna, capas de tormenta y niveles carbonatados. Estos últimos, al igual que la litofacies carbonatada basal de las series, poseen caracteres idénticos a las «*acumulaciones mecánicas*» descritas por Sánchez de la Torre *et al.* (1981) y Vera *et al.* (1984). Estas, constituirían bancos de poco relieve y gran extensión areal, fijados ocasionalmente por *bindstones* de algas rodofíceas, extendidas sobre zonas inactivas de deltas, tales como bahías interdistributivas, u otras zonas de plataforma marina somera.

La progradación deltaica propiamente está representada por la secuencia negativa que origina la superposición de las litofacies II y III.

La litofacies II representaría los ambientes de *frente deltaico inferior y medio*. Su secuencia negativa, refleja un proceso de transición desde zonas distales, pelíticas, a proximales, predominantemente areniscosas. En las primeras, domina la decantación con escasos intervalos arenosos tractivos, generados por tormentas o inducidos desde canales o barras. Hacia la parte superior, estos intervalos son más frecuentes y potentes como corresponde a zonas más proximales con flujos de alta energía cargados de material arenoso, inducidos probablemente desde

desbordamientos (*splays*) frontales. Tormentas y olas han retocado, en algunos casos, este material sobreimponiendo sus estructuras. El carácter litoral y de alta energía de estos depósitos viene confirmado también por laminación paralela original y la existencia de excavaciones orgánicas verticales y *Arenicolites*.

La litofacies III corresponde a canales y barras de distributarios en el *frente deltaico superior y llanura deltaica inferior*. Su gran amplitud areal, el afloramiento continuo, con espesores más o menos similares y el carácter somero de los depósitos sobre los que se apoya, indican morfología del tipo laminar o *sheet* (Fisk 1955).

Los canales son bastante frecuentes. Sus rellenos, reflejan secuencias de abandono (parte inferior de la columna A), o bien como es el caso más corriente, secuencias de mayor actividad, con estructuras de tracción de mediana a gran escala, cuyas formas más comunes, parecen haber sido en orden de mayor a menor abundancia: dunas tridimensionales, de crestas sinuosas y rectas. El ordenamiento interno de las láminas de los *sets* con gradación longitudinal negativa y base fuertemente asintótica refleja transporte por avalanchamiento continuo con abundante carga en suspensión, propio de regímenes de flujo altos (Jopling 1961; Allen 1965). Las direcciones de corriente indican movimiento fundamentalmente hacia el SE, con desviaciones ocasionales de hasta 90° (S-SW), correspondientes a barras laterales o al relleno lateral de depresiones previamente excavadas.

Estos criterios, unidos a la escasa jerarquización existente, con mala correlación de unas columnas a otras, alta relación anchura/profundidad, ausencia de fangos en la secuencia y presencia de truncaciones erosivas, sugieren canales distributarios efímeros, probablemente de tipo trenzado (*braided*).

En las columnas C, D, E y F, principalmente, existen otras formas de estratificación cruzada de mediana y gran escala correspondientes a regímenes energéticos altos con creación de microdeltas (en sentido de Jopling 1961) o deltas del tipo Gilbert. Se interpretan como barras en la desembocadura de los distributarios. Sus direcciones de corriente, como en los canales, indican transporte hacia el SE.

Los ambientes de *llanura deltaica* están integrados en las litofacies IV, incluyendo: canales distributarios, diques, lóbulos de desbordamiento o *crevasse-splay*, relleno de bahía y pan-

tanos productores de carbón. Su ordenamiento en secuencias negativas y positivas, de rango menor, refleja procesos de sedimentación activa y abandono en el delta (Elliot 1978). De estas últimas etapas los horizontes más característicos son las tres capas de carbón existentes; su origen autóctono está corroborado en la presencia de estructuras de raíces en sus muros y en la extensión areal grande que poseen.

Bajo la primera capa de carbón, el tramo IV.1 representa depósitos de dique y llanura de inundación bien drenada, con débiles corrientes, constituyendo la primera fase de abandono deltaico con evolución a sedimento orgánico.

El tramo IV.2 representa una etapa de reactivación sedimentaria, con canales distributarios aislados con relleno lateral y barras.

La bisecuencia del tramo IV.3 corresponde a la progradación de un lóbulo de desbordamiento sobre facies pelíticas con fósiles de bahía interdistributaria, generada por subsidencia de la zona pantanosa inferior. Elliot (1974, 1978) y Coleman y Prior (1980), han descrito secuencias similares a ésta en sedimentos deltaicos, fósiles y modernos. De acuerdo con ellos, la escasa representación de canales y abundancia de laminación paralela y de *ripples* parece indicar una zona de expansión de flujo con capas laminares formando barras del tipo *minor mouth bar*. Otros desbordamientos menores pueden haber causado las intercalaciones clásicas o *splits* existentes en algunas capas de carbón.

## DISCUSIÓN

El tipo de ciclo descrito parece haber sido generado por un sistema deltaico constructivo dominado por la acción fluvial, con poco desa-

rollo de las facies propiamente marinas. Por el carácter somero, los abundantes canales distributarios y sus barras, cuyos depósitos alcanzan extensión areal grande, indican un modelo del tipo lobulado (*lobate*), propio de zonas con aporte sedimentario grande (Elliot 1978; Miall 1979).

Al comparar este ciclo con otros del mismo origen deltaico descritos previamente en la C.C.C., se observan notables diferencias. Así, los también interpretados como de deltas constructivos, por Sánchez de la Torre *et al.* (1981) en la sección de Coballes-Tanes, están dominados por facies laminadas de frente deltaico y muestran poco desarrollo de los canales distributarios. Concretamente, en los ciclos de la sección de Ablaña (Sánchez de la Torre *et al.* 1983 y Sánchez de la Torre *et al. in litt.*) dominan las secuencias de plataforma deltaica y estuarina cortada por canales distributarios aislados. Su relación temporal con ellos o con otro tipo de sistemas, como los *fan-deltas* descritos también por Barba y Colmenero (1984), todavía no está claramente establecida. Sin embargo, todos coinciden en la dirección de progradación hacia el SE.

En todo caso, estos sistemas tuvieron carácter somero y evolución rápida, lo que les hace muy similares a otros deltas descritos en cuencas de la misma edad, en dominios tectónicamente activos (Ferm 1970; Walter 1975; Ryer 1981). La proximidad de áreas continentales en elevación, generarían incursiones clásicas en zonas marinas de baja energía, con rápida progradación y abandono. Esta última fase estuvo provocada, tanto por la migración lateral de los aportes, como por la disminución o cese de los mismos.

## BIBLIOGRAFIA

- Allen, J. R. L. (1965).—Sedimentation to the lee of small underwater sand waves: an experimental study. *J. Geol.*, 73, 95-116.
- Barba Regidor, P. y Colmenero Navarro, J. R. (1974).—Contribución al conocimiento sedimentológico del Westfaliense Superior de la Cuenca Carbonífera Central. *Trab. Geol.*, Univ. de Oviedo, 14, 35-44.
- Coleman, J. M. y Prior, D. B. (1980).—Deltaic sand bodies. *Amer. Assoc. Petroleum Geologists Bull., Short Course Notes*, 15, 171 pp.
- Elliot, T. (1974).—Interdistributary bay sequences and their genesis. *Sedimentology*, 21, 611-622.
- (1978).—Deltas. In: H. G. Reading (Ed.), *Sedimentary Environments and Facies*, Blackwell Scientific Publication, 97-142.
- Ferm, J. C. (1970).—Allegheny deltaic deposits. In: J. P. Morgan y R. H. Shaver (Ed.) *Deltaic sedimentation. Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Publ.*, 15, 246-255. Tulsa Oklahoma.
- Fisk, H. N. (1955).—Sand facies of recent Mississippi River deposits: *World Petroleum Cong.* 4 th, Rome, Proc., Sec. 1/c, 377-398.
- Jopling, A. V. (1965).—Laboratory study of the distribution of grain sizes in cross-bedded deposits. In: G. V. Middleton (Ed.) *Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation. Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Publ.*, 12, 53-65. Tulsa. Oklahoma.
- Miall, A. D. (1979).—Deltas. In: R. G. Walter (Ed.) *Facies Models. Geoscience Canada Reprint*, Series 1, 43-56.
- Ryer, T. A. (1981).—Deltaic Coals of Ferron Sandstone Mem-

- ber of Mancos Shale: Predictive Model for Cretaceous Coal-Bearing Strata of Western Interior. *Amer. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 65 (11), 2.323-2.340.
- Sánchez de la Torre, L., Agueda Villar, J. A., Colmenero Navarro, J. R., González Lastra, J. A. y Martín Llana, J. (1981).—Emplazamiento de deltas progradantes y facies asociadas en el Westfaliense del borde oriental de la Cuenca Carbonífera Central (Asturias). *Trab. Geol.*, Univ. Oviedo, 11, 191-201.
- , —, —, García-Ramos, J. C., González Lastra, J. A. (1983).—Evolución sedimentaria y paleogeográfica del Carbonífero de la Zona Carbonífera. *X Congr. Int. Strat. Geol. Carb.*, Excursión F, 154 pp. Madrid.
- , —, —, González Lastra, J., García-Ramos, J. C., Salvador González, C. I. y Martín Llana, J. (*in litt.* a).—Deltaic environments in Asturian Westphalian, Spain. *C. R. IX Congr. Int. Strat. Geol. Carb.*, 1979, Urbana.
- , —, —, —, Salvador González, C. I., Martín Llana, J. y Barba Regidor, P. (*in litt.* b).—Evolución sedimentaria del Carbonífero en la Cuenca Central de Asturias. *C. R. X Congr. Int. Strat. Geol. Carb.*, 1983, Madrid.
- Vera de la Puente, C., Martín Llana, J. y Colmenero Navarro, J. R. (1984).—Estudio sedimentológico de algunos bancos carbonatados presentes en la serie Moscoviense de Cobaltes-Tanes (Región de Mantos, Zona Cantábrica). *Trab. Geol.*, Univ. Oviedo, 14, 45-52.
- Walter, E. A. (1975).—Deltaic and related carbonate systems in the Pennsylvanian Canyon Group of North-Central Texas. In: M. L. Broussard (Ed.) *Deltas models for exploration*. Houston Geol. Soc., 399-425.