SISTEMA TURBIDÍTICO DEL EBRO:

MODELO EVOLUTIVO DURANTE EL PLIO-CUATERNARIO

Belén Alonso. El sistema turbiditico del Ebro. Evolución sedimentaria durante el Plio-cuaternario. En Valles submarinos y sistemas turbidíticos modernos (Belén Alonso y Gemma Ercilla, eds.), CSIC, Barcelona, 2000. pp. 91 -112.

Belén Alonso y andrés Maldonado. Late Quaternary sedimentation patterns of the Ebro turbidite systems (nothwestern Mediterranean): Two styles of tdeep-sea deposition. *Marine Geology*, 95 (1990) 353-377.

Palabras Clave: complejos de canal-dique; complejos no canalizados; inestabilidad sedimentaria; margen continental; cañones submarinos; facies sísmicas; corrientes turbidíticas; flujos en masa

El Sistema Turbidítico del Ebro está localizado en el talud y base de talud del margen continental progradante del Ebro. Su desarrollo completo está inhibido por la presencia del Canal de Valencia que atraviesa la región en dirección SO-NE transportando sedimentos hacia mar adentro. La estructura sedimentaria del área revela que el talud continental, de pendientes relativamente suaves, está surcado por numerosos pequeños cañones submarinos que continúan su recorrido en la base de talud, formando, en general, complejos de canal-dique desde el Plioceno superior hasta la actualidad. Este comportamiento es diferente para aquellos cañones submarinos encajados en el talud continental con mayores pendientes topográficas. En este caso, estos cañones submarinos son los responsables de la formación, en la base de talud, de depósitos lenticulares no canalizados que reciben el término de "apron". Las características sedimentarias de este sistema turbidítico permiten identificar cuatro tipos de facies sedimentarias: a) complejo de canal-dique erosivo/deposicional; b) complejo de canal-dique deposicional; c) intercanal; y d) complejo "apron". Los principales procesos responsables de la formación de estas facies son las corrientes turbidíticas, flujos en masa y flujos granulares.

La construcción del Sistema Turbidítico del Ebro está caracterizada por periodos de desarrollo activo e inactivo que se relacionan fundamentalmente con los descensos y ascensos de nivel del mar durante el Plio-Cuaternario. Así, este sistema turbidítico se ha edificado principalmente en los descensos del nivel del mar, periodos en los que se producen un avance mar adentro de la línea de costa y un importante aumento de la descarga del Río Ebro, favoreciendo la transferencia de materiales terrígenos a la cabecera de los cañones submarinos. Esta transferencia ha favorecido los procesos de inestabilidad sedimentaria principalmente en aquellos cañones submarinos encajados en el talud continental del Ebro con mayor pendiente, originando el desarrollo de diversos cuerpos "apron" desde el Cuaternario Inferior.

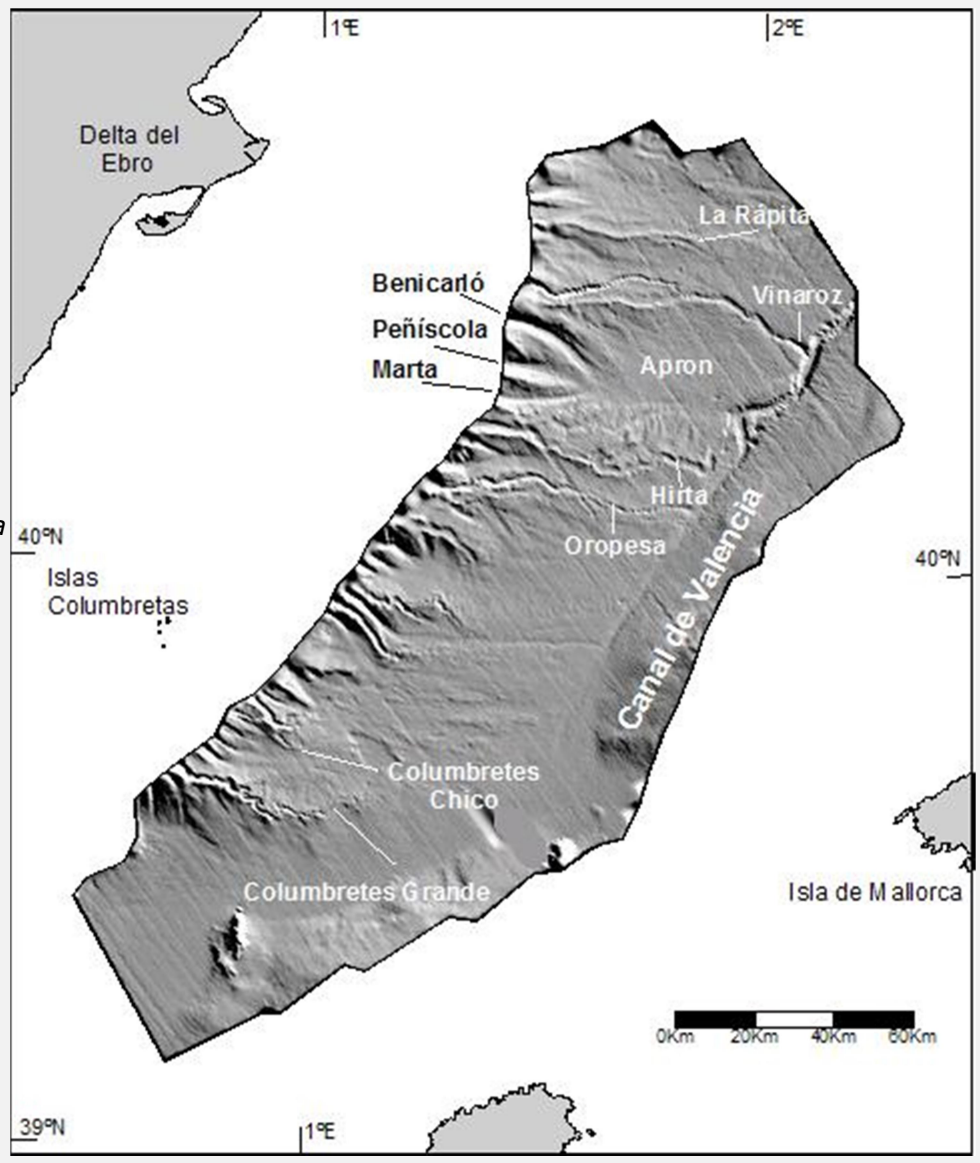

Figura 1. Elementos morfosedimentarios del Sistema Turbidítico del Ebro: Localización y denominación de los diferentes canales turbidíticos y del complejo "apron"

La evolución del Sistema Turbidítico del Ebro durante el Plio-Cuaternario se aborda desde una perspectiva morfológica, estructural y sedimentológica al objeto de establecer un modelo integral. La evolución de este sistema está ligada a la historia geológica del Medite-rráneo Occidental. Al final del Mioceno, se produjo el episodio de la crisis de salinidad del Mesiniense desarrollándose la superficie de erosión (reflector sísmico M).

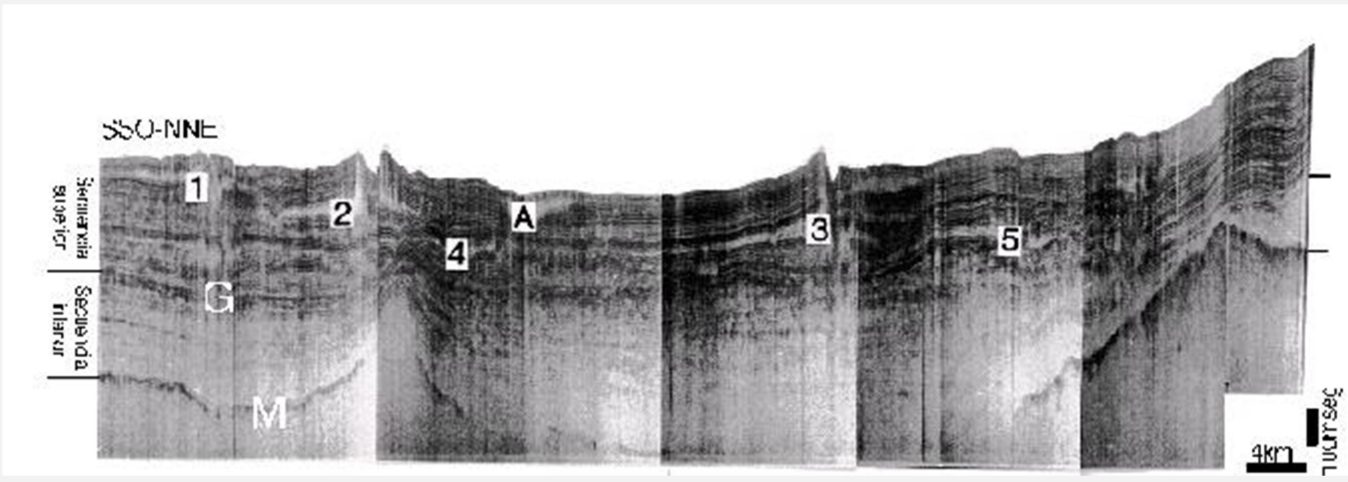

Figura 2. Perfil sísmico que ilustra la estructura sísmica de área de estudio. Leyenda: 1, Complejo canal-dique de Oropesa; 2, Complejo canal-dique de Hirta; 3, Complejo canal-dique de Vinaroz; 4, Complejo canal-dique de Alcoceber; 5, Complejo canal-dique de la Rápita; A, cuerpo no canalizado "apron"; M, reflector sísmico M; G, reflector sísmico G.

Poste-riormente, durante el Plioceno, tuvo lugar la deposición de la secuencia inferior. Durante el Plioceno inferior, los depósitos hemipelágicos son dominantes, presentando escasas intercalaciones turbidíticas y los caño-nes submarinos del Sistema del Ebro no están aún desarrollados (Alonso et al.,1984). Durante el Plioceno superior se produce un incremento de la deposición de sedimentos turbidíticos

respecto a los hemipelágicos, y se inicia la formación de algunos cañones submarinos del Sistema del Ebro, de origen sedimentario. A partir de esta época hasta el Cuaternario tiene lugar la construcción del Sistema Turbidítico del Ebro .

La construcción del Sistema Turbidítico del Ebro durante el Plio-Cuaternario está caracterizada por periodos de desarrollo activo e inactivo. Los periodos de desarrollo activo se relacionan con descensos del nivel del mar y estadios de bajo nivel del mar, e importantes aportes de sedimento procedentes de Río Ebro. Este aumento de aporte sedimentario junto con el desplazamiento de los centros deposicionales hacia las áreas más distales de la plataforma continental, dió lugar al desarrollo de los depósitos del sistema turbidítico.

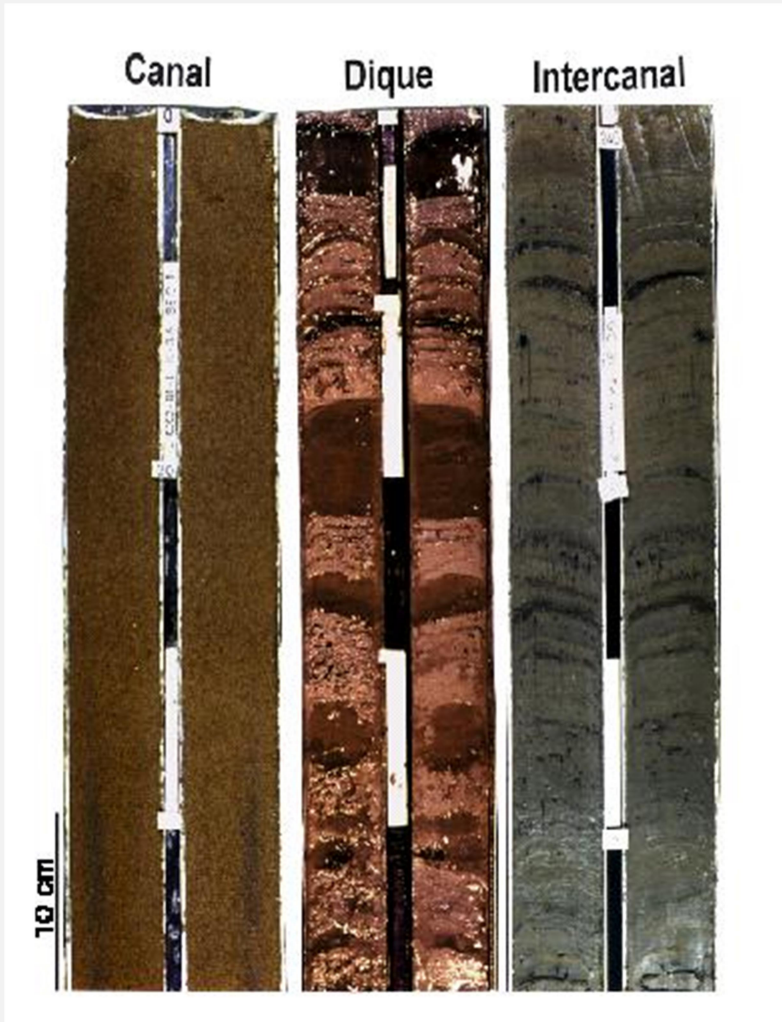

Figura 3. Facies sedimentarias del complejo canal-dique de tipo erosivo-deposicional: Facies de canal con arenas limpias; Facies de diques constituidas por niveles de limos-arenosos y limos intercalados con fangos turbidíticos; y Facies de intercanal compuesta por fangos turbidíticos con niveles de escaso espesor de limos turbidíticos.

Así, en las zonas de talud continental estable, durante estos periodos activos se forman los diversos complejos de canal-dique (Oropesa, Hirta, Vinaroz, Alcoceber, La Rápita, Columbretes Chico y Columbretes Grande). Los principales procesos sedimentarios que intervienen en el transporte y depósito de los sedimentos que conforman los complejos de canal-dique son flujos gravitacionales (corrientes turbidíticas y flujos granulares). Las corrientes turbidíticas se originaron fundamentalmente en las cabeceras de los cañones subma-rinos, constituyendo el principal mecanismo de aporte sedimentario desde la plataforma continental a la base de talud. Estos flujos desarrollan depósitos turbidíticos con predominio de sedimentos de grano fino (Tc, Td, Te). Los flujos granulares fueron los responsables de la deposición en el fondo del canal de tipo activo/deposicional de arenas limpias, sin estratificación aparente y con la presencia ocasional de cantos de fango.

Durante estos periodos de desarrollo activo predominan también los procesos de inestabilidad sedimentaria en el talud continental del Ebro que han controlado el desarrollo del complejo “apron”. La existencia de este complejo, limitada al Norte y Sur por complejos de canal-dique, está indicada por la presencia de cuerpos no canalizados semitransparentes de forma lenticular interestratificados con depósitos estra-tificados. La inestabilidad sedimentaria de este sector del talud continental del Ebro está relacionada con los gradientes topográficos del talud continental y con la desestabilización del borde de plataforma continental del Ebro. Esta desestabilización es atri-buida al importante volumen de aporte sedimentario, ocurrido en el borde de plataforma continental de tipo deltaica, y/o a la inestabilidad sedimentaria, ligada a la pendiente creada por el aporte de sedimento y favorecida, a su vez, por fallas de crecimiento (Díaz et al., 1984; Medialdea et al., 1986; Farrán y Maldonado, 1990). La existencia de varios cuerpos de “apron” durante el Plio-Pleistoceno y el Holoceno, limitados al Norte y Sur por complejos de canal-dique, está indicada por la superposición de depósitos subtransparentes interestratifi-cados con depósitos estratificados. Sólo el cuerpo “apron” más reciente tiene un carácter marcadamente

transparente y presenta una superficie morfológica de tipo “hummocky”.

Los periodos de desarrollo inactivo o de menor desarrollo del Sistema Turbidítico del Ebro corres-ponden con ascensos del nivel del mar y alto nivel del mar acontecidos durante el Plio-Cuaternario. El proceso dominante en estos periodos en el margen continental distal consiste en la sedimentación hemipelágica. El desarrollo de los complejos de canal-dique y del complejo “apron” es inhibido, exceptuando aquel ocurrido en el Holoceno. Así, el desarrollo del complejo “apron” más reciente es atribuido a deslizamientos en masa ocurrido durante el ascenso del nivel del mar del Holoceno (Nelson et al., 1991). Gran parte del sedimento que llega a la plataforma continental es atrapado en este ambiente sedimentario más somero del Delta del Ebro, desarrollando el cuerpo de prodelta en la plataforma continental interna y media (Alonso y Maldonado, 1982; Díaz et al., 1990). En la actualidad, a consecuencia del máximo eustático, la actividad de flujos gavitativos es mínima, excepto en las zonas de inestabilidad sedimentaria, siendo los procesos de sedimentación hemipelágica los pre-dominantes en el Sistema Turbidítico del Ebro, tal como es sugerido por la presencia de las secuencias hemipelágicas a techo de la gran mayoría de los testigos de sedimento.

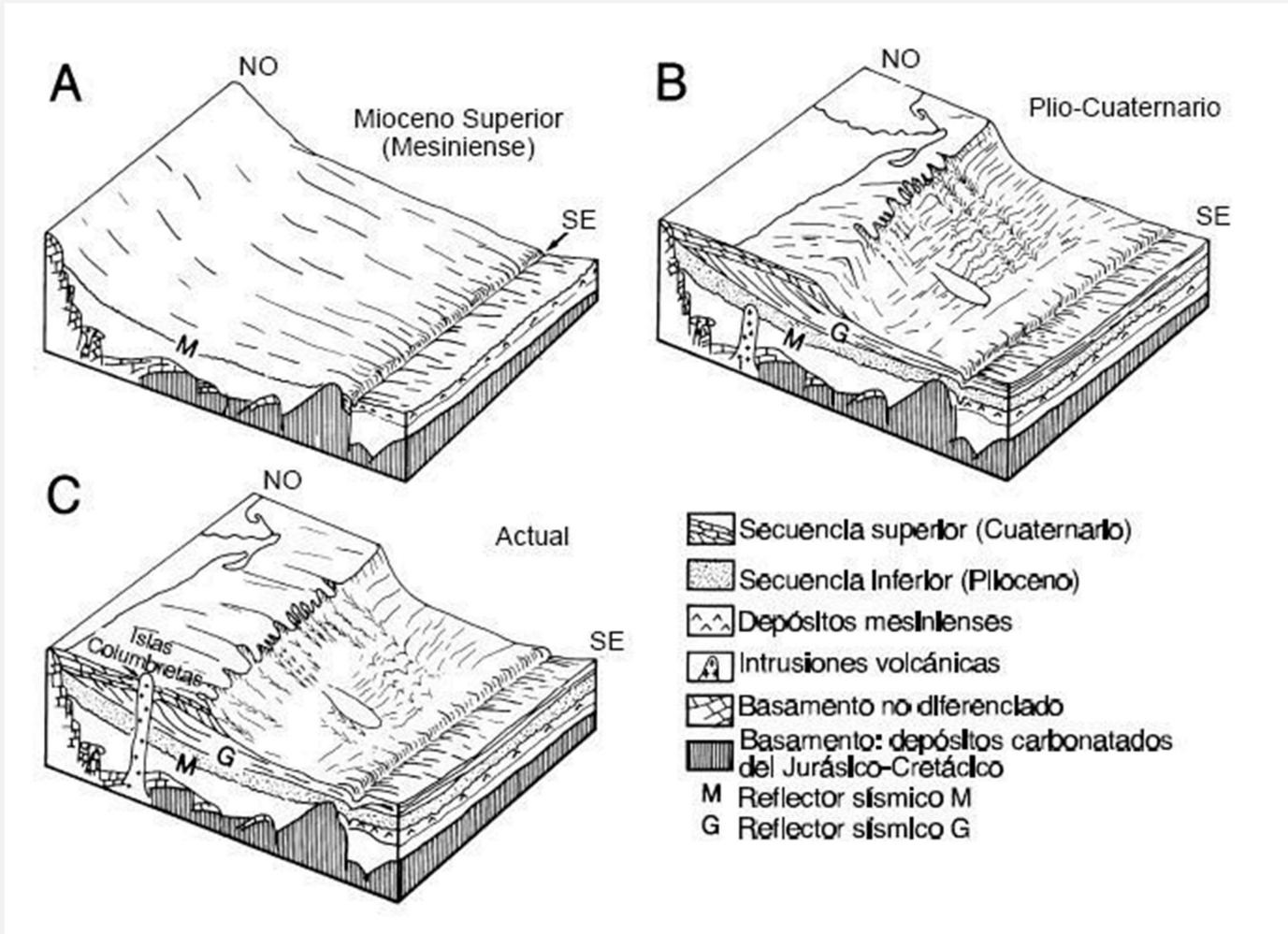

Figura 4. Modelo evolutivo desde el Mioceno Superior a la actualidad. Explicación en el texto

En este modelo evolutivo, se considera que un estadio de edificación del Sistema Turbidítico del Ebro está caracterizado por la presencia de un canal activo y el desarrollo del complejo “apron” de base de talud. Cada canal activo fue progresi-vamente rellenándose y reemplaza-dose por un nuevo canal localizado más hacia el Sur del área, mientras que los depósitos de “apron” han permanecido siempre en el mismo sector del talud continental inestable del Ebro. Cuando un complejo de canal-dique o “apron” es abandonado es recubierto por una secuencia sísmica estratificada atribuida a depósitos hemipelágicos y turbidíticos de grano fino.

El modelo evolutivo del Sistema Turbidítico del Ebro presenta algunas diferencias en comparación con otros sistemas turbidíticos, alimentados por la presencia de una sólo cañón. Las principales características que diferencian al Sistema Turbidítico del Ebro son la presencia de múltiples fuentes de aporte sedimentario, el desarrollo de cada nuevo complejo de canal-dique en relación a un sólo cañón submarino, el transporte de sedimento desde este sistema hacia otro sistema turbidítico Sistema Turbidítico de

Valencia (Palanques y Alonso, en este libro) a través de un canal medio-oceánico Canal de Valencia (Alonso et al., en este libro) y la ausencia de depósitos de lóbulos. La ausencia de lóbulos se relaciona con la presencia del Canal de Valencia que surca el área en dirección SO a NE.

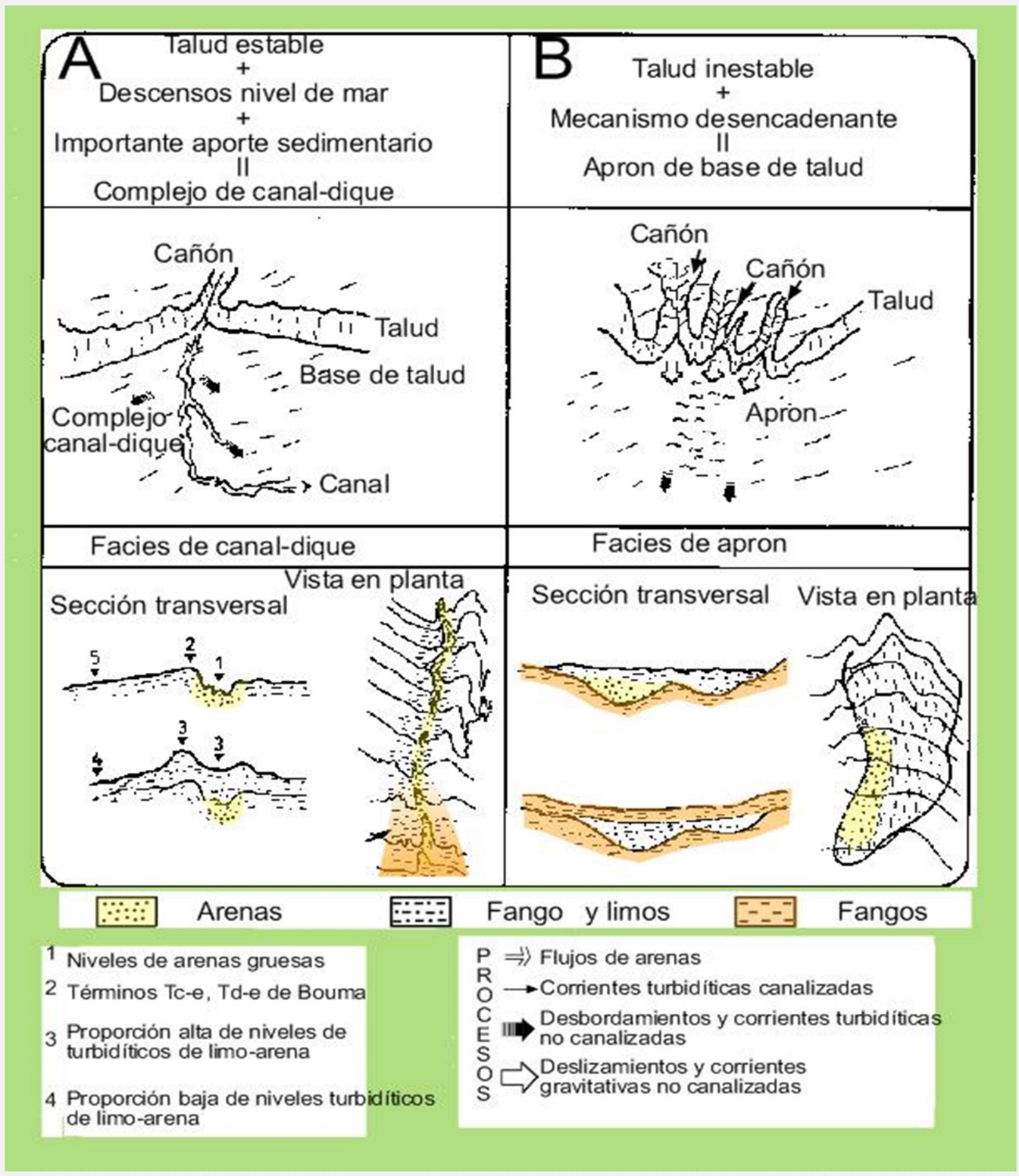

Figura 5. Estilos de edificación del margen continental distal del Ebro: A) Talud continental estable y desarrollo de complejos de canal-dique; y B) Talud continental inestable y desarrollo de complejo "apron".

Por otra parte, el Sistema Turbidítico del Ebro muestra algunas características sedimentarias comparables con los sistemas turbidíticos de talud continental, como los desarro-llados en el talud continental de Nueva Escocia (Hill, 1984). El análisis de este talud ha revelado una morfología compleja, con canales de diferentes escalas (100 m y 1 km de ancho, y de 15 a 50 m de profundidad), donde predominan los procesos de movimiento en masa y corrientes turbidíticas inmaduras.

Las similitudes observadas en estos sistemas turbidíticos pueden ser importantes, particularmente, para la interpretación de las series antiguas. Así, en ocasiones el desarrollo de sistemas turbidíticos está limitado en áreas semicerradas y constreñidas por altos morfológicos, como ocurre en en los sistemas turbidíticos del Ebro y del talud de Nueva Escocia, y probablemente, en muchos depósitos antiguos de tipo Alpino (Nelson y Madonado, 1988).

Referencias

Alonso, B., 1986. El Sistema Del Abanico Profundo Del Ebro. Tesis Doctoral, Univ. Barcelona, 384 pp.

Alonso, B., Maldonado, A., 1982. Heavy metal distribution patterns as in-fluenced by depositional processes and human input in the Ebro Delta continental shelf (Western Medite-rranean). 11th Int. Assoc. Sedimentol. Congr. Hamilton, Ontario Abstr. Book . pp. 96.

Alonso, B., Díaz, J.I., Farrán, M., Giró, S., Maldonado, A., Vázquez, A., 1984. Cañones submarinos del margen catalán meridional: morfología y evolución. I Congreso Español de Geología, 1, Segovia. pp. 301-311.

Alonso, B. Maldonado, A., 1990. Late Quaternary sedimentation patterns of the Ebro turbidite system (north-western Mediterranean): Two styles of deep-sea deposition. En: Nelson, C.H., Maldonado, A., (Eds.), The Ebro Margin. Mar. Geol. 95, 353-377.

Alonso, B., Kastens, K.A., Maldonado, A., Malinverno, A., Nelson, C.H., O'Connell, S., Palanques, A., Ryan, B.W.F., 1985. Morphology of the Ebro fan valleys from SeaMARC and Sea Beam profiles. Geo-Mar. Lett. 5, 141-148.

Alonso, B., Field, M.E., Gardner, J.V., Maldonado, A., 1990. Sedimentary evolution of the Pliocene and Pleis-tocene Ebro margin, northeastern Spain. Mar. Geol. 95, 313-331.

Alla, G., Dessolin, D., Leenhardt, O., Pierrot, S., 1972. Données du sondage continue concernant la sédimentation Plio-Quaternaire en Méditerranée nord-occidental. En: Stanley, D.J., (Ed.), The Mediterranean Sea: A Natural Sedimentation Laboratory. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, Pa, pp.471-481.

Bouma, A.H., 1962. Sedimentology Of Some Flysch Deposits: A Graphic Approach To Facies Interpretations. Elsevier Publishing Co. Amsterdam, pp. 168

Canals, M., Alonso, B., Ercilla, G., Farrán, M., Sorribas, J., Baraza, J., Calafat, A.M., Casamor, J.L., Estrada, F., Masson, D., Pérez-Belzuz, F., Prieto, M.J., Rojo, P., 1996. Dinámica de canales submarinos del talud y el glacis continental del Ebro (Mediterráneo-Noroccidental) a partir de imágenes acústicas de alta resolución. Geogaceta 20 (2), 363-366.

Díaz, J.I., Alonso, B., Farrán, M., Giró, S., Maldonado, A., Vázquez, A., 1984. Tipos geomorfológicos en las plataformas continentales de los márgenes pasivos del Mediterráneo español. I Congr. Esp. Geol. pp.313-325.

Díaz, J.I., Nelson, C.H., Barber, J.H., Giró, S., 1990. Late Pleistocene and Holocene sedimentary facies on the Ebro continental shelf. En: Nelson, C.H., Maldonado, A., (Eds.), The Ebro Margin. Mar. Geol. 95, 333-352.

Farran, M., Maldonado, A., 1990. The Ebro continental shelf : Quaternary seismic stratigraphy and growth patterns. En : Nelson, C.H., Maldonado, A (Eds.), The Ebro Margin. Mar. Geol. 95, 289-312.

Field, M.E., Gardner, J.V., 1990. Prograding slope model: Plio-Pleistocene growth of the Ebro margin, NE Spain. Geol. Soc. Am. Bull. 102, 721-733.

Hill, P.R., 1984. Sedimentary facies of the Nova Scotian upper and middle continental slope, offshore eastern Canada. Sedimentology 31, 293-309.

Kolla, V., Buffler, R.T., 1983/1984. Morphologic and sedimentologic cha-racteristics of the Magdalena Fan. Geo-Mar. Lett. 3, 85-91.

Maldonado, A., 1972. El Delta del Ebro, estudio sedimentológico y estratigrá-fico. Bol. Estr. Univ. Barcelona 1, 1-486.

Martínez del Olmo, W., 1984. Un ejemplo actual y reciente de abanico turbidítico profundo: Columbretes 1. I Congr. Español de Geol. 5, pp. 53-75.

Medialdea, J., Maldonado, A., Alonso, B., Díaz, J.I., Farrán, M., Giró, S., Vázquez, A., Sainz-Amor, E., 1986. Mapa geológico de la plataforma continental española y zonas adyacentes. E. 1: 200.000. Memoria y Hoja n°s 41 y 42. Tarragona. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 78 pp.

Micromeritics, 1979. Instruction Manual for SEDIGRAPH 5000 D. Particle Size Analyzer. Micromeritic Instrum. Corp., Nordcross, Ga., 122 pp.

Mitchum, R. M., Vail, P.R.,1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part. 7: Seismic

stratigraphic interpretation. En: Payton, CH., (Ed.), Seismic Stratigraphy Applications to Hydrocarbon Exploration. Am. Assoc. Petrol. Geol. Tulsa, Oklahoma, pp.135-163.

Nelson, C.H., Kulm, L.D., 1973. Submarine fans and channels. En: Middleton, G.V., Bouma, A.W., (Eds.), Turbidites And Deep Water Sedimentation. Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Pac. Sect., Short Course, pp. 39-78.

Nelson, C.H., Maldonado, A., 1988. Factors controlling deep-sea fan depositional patterns, Mediterranean Sea. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 72(6), 698-716.

Nelson, C.H., Maldonado, A., Coumes, F., Got, H., Monaco, A., 1983/1984. The Ebro Deep-Sea Fan system. Geo-Mar. Lett. 3, 125-131.

Nelson, C.H., Maldonado, A., Barber, Jr., J.H., Alonso B., 1991. Modern sand-rich and mud-rich siliciclastic aprons: alternative base-of-slope turbidite systems to submarine fans, En: Weimer, P., Link, M.H., (Eds.), Seismic Facies And Sedimentary Processes Of Submarine Fans And Turbidite Systems. Springer-Verlag, New York, pp. 171-190.

O´Connell, S., Normark, W.R., Ryan, W.B.F., Kenyon, N.H., 1991. An entreched thalweg channel on the Rhône Fan: Interpretation from SEABEAM and SEAMARC I survey. En: Osborne, R.H., (Ed.), From Shoreline To Abyss: Contributions In Marine Geology In Honor of Francis Parker Shepard. Soc. Econ. Paleon. Min. Sp. Publ. Tulsa, Oklahoma, pp. 46.

Palanques, A., 1987. Dinámica sedi-mentaria, mineralogía, y microcon-taminantes inorgánicos de las suspen-siones y de los sedimentos super-ficiales en el margen continental del Ebro. Tesis Doctoral, Univ. Politécnica de Cataluña, Barcelona, 480 pp.

Piper, D.J.V., 1978. Turbidite muds and silts on deep sea fans and abyssal plains. En: Stanley, D.J., Kelling, G., (Eds.), Sedimentation In Submarine Canyons, Fans And Trenches. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, Pa, pp. 163-176.

Ryan, W.B.F., Stanley, D.J., Hersey, J.B., Fahlquist, D., Allan, T.D., 1970. The tectonics and geology of the Mediterranean Sea. En: Maxwell, A.F., (Ed.), The Sea. Ideas And Observation On Progress In The Study Of The Sea. Wiley-Interscience, New York, 4, pp. 387-492.

Stanley, D.J., Got, H., Kenyon, N.H., Monaco, A., Weiler, Y., 1976. Catalonian, eastern betic, and balearic margins: Structural types and geologically recent foundering of the western Mediterranean sea. Smith-sonian Cont. to the Earth Sci. 20, 1-67.

Stoeckinger, W.T., 1976. Valencia Gulf offers dead line nears. Oil Gas Journal pp. 197-204.

SOME RIGHTS RESERVED