

Discusión y conclusiones

Atendiendo a la clasificación de Hayes (1979), la desembocadura del río Guadiana se encontraría en una situación de costa dominada por la acción de las mareas (rango mareal medio 2,20 m. y altura media de olas inferior a 50 cm.). En estas condiciones, la importancia de las corrientes de marea en la desembocadura del río Guadiana sería superior que en las costas de Georgia o el este de las islas Frisian (en la zona alemana del Mar de Wadden), ya que la altura de onda media del oleaje en el sector que nos ocupa es bastante inferior, para rangos mareales relativamente similares en las tres regiones.

La comparación de este sector costero con modelos propuestos para otras costas (Oertel, 1975; Sha li Ping, 1990), permite esbozar un nuevo modelo hidrodinámico. Así pues, en contra de las concepciones tradicionales, consideramos que la corriente de deriva litoral no es el factor determinante de la dirección de crecimiento y orientación de las principales macroformas presentes en la desembocadura del río Guadiana. A nuestro entender, la responsable directa debe de buscarse en la interacción de las corrientes

de entrada y salida del estuario (flujo, reflujo y aporte fluvial), y corrientes de flujo y reflujo mareal paralelas a la línea de costa (Figura 3). La intersección de la corriente de reflujo de salida del estuario con una corriente de reflujo externa, paralela y en sentido oeste-este, dará lugar a la aparición de una zona de sombra dinámica en el margen portugués y otra de erosión y/o *bypassing* activo, en la zona española. Para una dirección de flujo externo en sentido este-oeste, la situación sería la misma.

Sin embargo, si las condiciones de reflujo externo fueran las contrarias, es decir en sentido este-oeste, se invertirían las condiciones de sedimentación y erosión. La sombra dinámica se produciría en la margen española (levante) y, para las condiciones actuales de oleaje dominante, parece poco probable pensar que la deriva litoral asociada a éste pudiera actuar de contrapeso suficiente como para imponer condiciones de orientación contrarias.

Agradecimientos

Trabajo financiado por la CICYT, proyecto de investigación PS890113.

Así mismo agradecemos la colaboración de M. Gil (Puerto Autónomo de Huelva), que nos ha proporcionado las cartografías antiguas de la costa de Huelva.

Referencias

- Borrego, J. y Pendón, J. G. (1989): *Geoligis*, 3, 125-131.
- Dabrio, C. J. (1989): In A. Arche — *Co-ord—C.S.I.C.*, 541p.
- Gabinete A.N.O.P. (1975): Informe inédito, 213 p.
- Goy, J. L.; Zazo, C.; Dabrio, C. J. Hillaire-Marcel, C.L. (1986): In *Change-ments Globaux en Afrique durant le Quaternaire Passée-Présent et Future*. Ed. Orstom, París, 197, 169-172. ayes, M. O.
- Hayes, M. O. (1979): *Estuarine Res.*, 2, 3-22.
- Nummedal, D. y Fisher, I. A. (1978): *16th Coast Enq. Conf. Am. Soc. Civil Engrs.*, 1215-1231.
- Oertel, G. F. (1975): *Estuarin Res.*, 2, 267-276.
- Ojeda, J. (1988): *Tesis Doct. Univ. Sevilla* (Inédita), 411 p.
- Sha, L. P. (1990): *Geol. Ultraiectina* 64, 160 p.
- Zazo, C. (1980): *Tesis Doct. U. C. M.*

Recibido el 1 de octubre de 1991
Aceptado el 25 de octubre de 1991

Efectos derivados de las actuaciones antrópicas sobre los ritmos de crecimiento de la flecha litoral de El Rompido (Huelva)

Derived effects of Artificial Constructions on Growth Patterns from El Rompido Spit (Huelva, SW Spain)

J. Borrego (1); J. A. Morales (1) y J. G. Pendón (1)

(1) Universidad de Sevilla, Dpto. Geología y Minería, 21819 Palos Fra., Huelva.

ABSTRACT

Factors which mainly controls the evolution of depositional environments along the mesotidal coast of Huelva (SW Spain) are: 1) Sediment supply; 2) Hydrodynamic setting and 3) Artificial constructions. These factors are taken into account in this note to analyse growing in the recent past of a spit located along Piedras River mouth. It is concluded that decreasing of tidal prisma entering this estuary, caused by both natural and artificial factors, is the responsible of spit growth.

Key words: Spit growth, Artificial constructions, Hydrodynamic setting, Huelva.

Geogaceta, 11 (1992), 89-92.
ISSN: 0213683X

Introducción

Los elementos que intervienen en la formación y desarrollo de las megaformas costeras del litoral de Huelva son: 1) La disponibilidad de los aportes y 2) Los agentes hidrodinámicos. A estos dos elementos, hay que añadir un tercero de enorme importancia, sobre todo en los últimos 25 años, que es el efecto derivado de las actuaciones antrópicas (Borrego y Pendón, 1988). Estas intervienen en el sentido de modificar los efectos de los elementos naturales.

En esta nota se presenta el estudio de la influencia que han podido ejercer dichas transformaciones (construcción de obras de infraestructura costera y de regulación de las cuencas fluviales) sobre las variaciones detectadas en el ritmo de crecimiento de la Flecha litoral de El Rompido. Estas obras son de dos tipos; unas afectan a la cantidad de los aportes, tanto de sedimentos como de agua, que recibe el Estuario del Río Piedras (presa del Río Piedras) y las otras están referidas a las que intervienen en los modelos de corrientes y tránsito sedimentario costero en el interior y en el

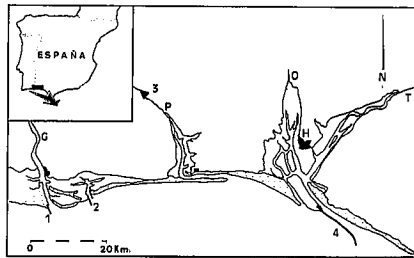


Fig. 1.—Situación del sector estudiado. G: Estuario del Guadiana; P: Estuario del Piedras; O: Estuario del Odiel; H: Huelva; T: Estuario del Tinto. 1: Dique de la Punta de Santo Antonio; 2: Dique de Isla Cristina; 3: Presa del río Piedras; 4: Dique del Puerto de Huelva.

Fig. 1.—Location of study sector. G: Guadiana Estuary; P: Piedras Estuary; O: Odiel Estuary; H: Huelva; T: Tinto Estuary. 1: Santo Antonio Dump; 2: Isla Cristina Dump; 3: Dam of Piedras River; 4: Dump of Huelva harbour.

exterior del estuario (Diques costeros y acuicultura o piscifactorías).

Evolución sedimentaria y Agentes hidrodinámicos

En este sector costero del Golfo de Cádiz (fig. 1), son tres los agentes hi-

drodinámicos que condicionan la dinámica sedimentaria. El más importante de ellos es el régimen mareal, que ha sido definido como mesomareal semidiurno con una leve desigualdad diaria; el rango medio es de 2 metros, alcanzándose los 3,60 m. durante las mareas vivas (Borrego y Pendón, 1989). El desplazamiento de la onda de marea en el Golfo de Cádiz tiene lugar de sur a norte, con corrientes de flujo mareal en el mismo sentido en las zonas litorales externas (Ojeda, 1988).

El rango mareal produce el movimiento de importantes masas de agua hacia dentro y hacia fuera de los estuarios, a través de los canales mareales, en cada semiciclo de marea (prisma de marea). En el estuario del río Piedras, este prisma mareal puede alcanzar los 15,6 Hm³ en mareas vivas medias, 10,4 Hm³ en mareas medias y 5,2 Hm³ durante mareas muertas medias.

Otro agente hidrodinámico importante son las olas cuya componente dominante es del SO (74% del oleaje). Estos trenes de olas no superan los 50 cm. de altura de onda. El

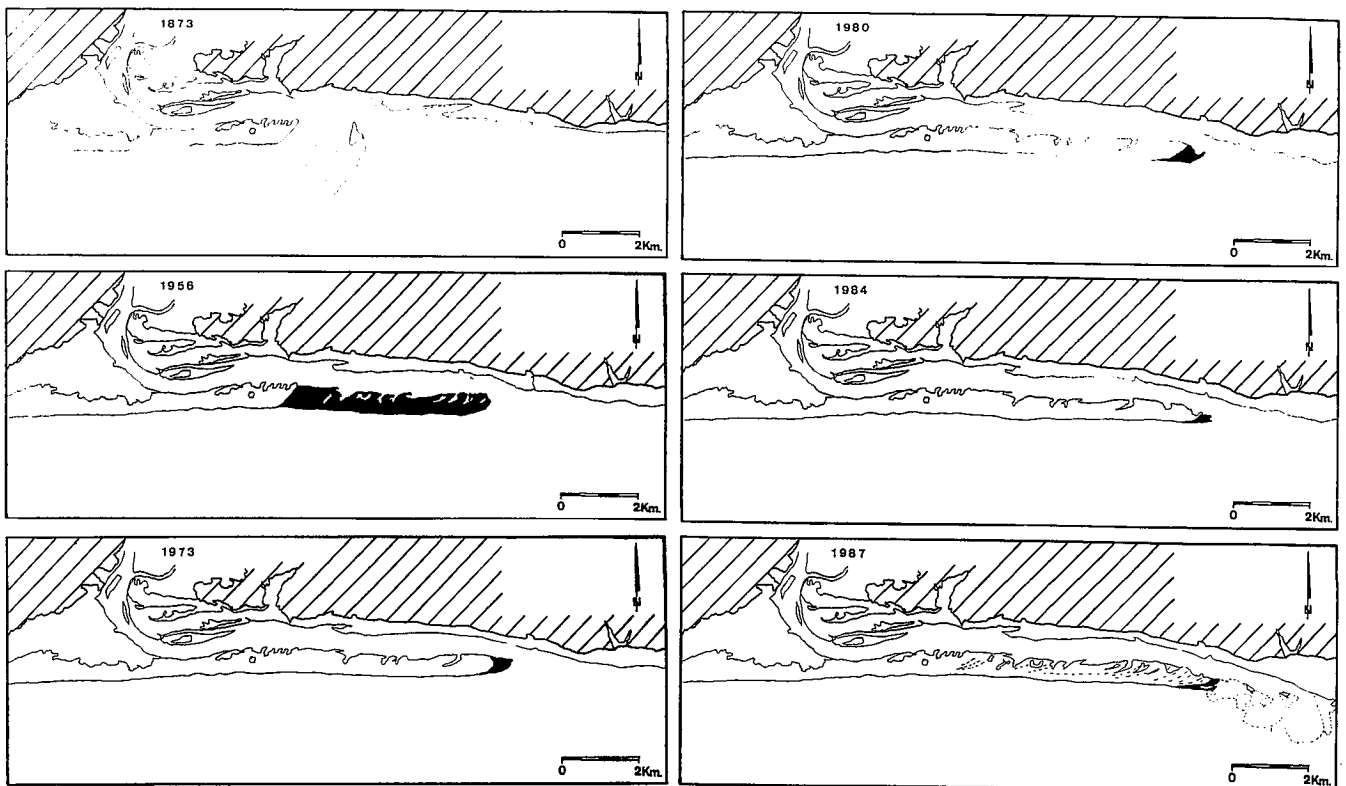


Fig. 2.—Evolución de la flecha de El Rompido en el período 1873 a 1987. Se indican en negro los tramos de crecimiento de una etapa a otra.

Fig. 2.—Evolution of El Rompido Spit from 1873 to 1987. Accretion sectors from one stage to another one are indicated in dark.

efecto de este oleaje del tercer cuadrante es una deriva litoral desde el oeste hacia el este. Por último, hay que mencionar como agente de aporte sedimentario principal, las corrientes fluviales, que en este sector tienen un claro carácter estacional, con una época de crecidas en invierno y una seca durante el verano. Además, hay que destacar la extrema desigualdad de los aportes de un año a otro. Los aportes medios del río Piedras para el período 1946-1976, fueron de 71 Hm³ anuales y distribuidos, sobre todo, en los meses húmedos (enero, febrero y marzo). Lo que hace que, aunque sean poco importantes considerados globalmente, sí se aprecia su efecto en los meses húmedos y sobre todo en el mes de marzo, donde caudales fluviales importantes se pueden sumar a mareas equinociales extremas, que pueden alcanzar rangos de 4 metros. En la actualidad, la cuenca del río Piedras está regulada por dos embalses, haciendo despreciable el aporte fluvial que alcanza el estuario.

La Flecha arenosa de El Rompido es el elemento de cierre parcial del estuario del río Piedras y es el resultado de la unión de varias islas barrera, que se desarrollaron en este sector de la costa de Huelva hasta los últimos decenios del pasado siglo (Dabrio, 1989). La disminución del prisma mareal en el interior de las zonas protegidas de este cordón de islas y en el estuario del río Piedras, por el relleno progresivo de éste, disminuyó la importancia relativa de las corrientes de flujo y reflujo mareal. Como consecuencia, también, de la disminución del prisma mareal se produjo el dominio de la actividad de las olas, con el consiguiente retrabajo de los deltas de reflujo y el cierre de los canales mareales, que unían las zonas estuarinas internas y el mar abierto. El efecto más notable del dominio relativo de las olas sobre las corrientes mareales es el desarrollo de sistemas de barras y surcos (*ridge and runnel*), paralelos a la línea de costa y que son los responsables de la construcción de las flechas litorales en este sector costero (Dabrio, 1982). Este efecto constructivo en la cara externa de la flecha, se ve contrarrestado por el intenso efecto de *bypassing* producido por la deriva litoral y por los períodos erosivos de carácter estacional (invierno). Así, el crecimiento transversal (norte-sur) de la

flecha es prácticamente nulo; mientras que el crecimiento en sentido longitudinal (oeste-este) es muy importante. Este crecimiento se produce a partir de la formación de barras curvas en el extremo de la flecha, que se ven poco afectadas por el efecto de la deriva litoral y por los trenes de olas de tormenta debido a su orientación.

Los únicos agentes dinámicos que pueden incidir sobre estas barras curvas son las corrientes de flujo y reflujo mareal; lo cual implica que, a una menor energía de éstas, por decrecimiento del prisma mareal dentro del estuario o por disminución del aporte fluvial, las posibilidades de erosión de éstas son menores, y por lo tanto la velocidad de crecimiento longitudinal de la flecha es mayor. El material detrítico que forma estas barras es atrapado de las rampas de reflujo de los deltas mareales, por las olas dominantes refractadas sobre el extremo de la flecha. Y, por lo tanto, se destruyen los deltas de reflujo, a expensas de un mayor desarrollo de las flechas litorales (Sha Li Ping, 1990). Así pues, las variaciones importantes de la capacidad energética de las corrientes mareales influyen de forma intensa en los ritmos de crecimiento de la Flecha Litoral de El Rompido.

Discusión y conclusiones

Como se puede observar en la figura 2 y en la tabla 1, en los últimos 25 años se ha producido una variación importante en el ritmo de crecimiento natural de la Flecha del Rompido.

El primer período estudiado (1873-1956) representa un buen modelo de crecimiento natural de la flecha, ya que durante éste no se pone en funcionamiento ninguna construcción importante que afectara a la dinámica sedimentaria. El crecimiento en este intervalo es de aproximadamente 30 metros por año, lo que no quiere decir que este crecimiento fuera constante año a año. Esta tasa de crecimiento se mantiene, prácticamente, durante el segundo de los períodos estudiados (1956-1973); en el que se observa una velocidad de desarrollo de 32 metros por año. Este ritmo es similar al determinado por otros autores (CE-EPYC, 1981; Dabrio, 1980).

La primera obra importante es la

puesta en funcionamiento de la presa, que regula la cuenca del río Piedras (1968). Esta construcción puede ser la responsable del importante incremento que se produce en la velocidad de crecimiento de la flecha en el período 1973-1980, durante el que se alcanza una tasa media de 60 metros por año. La presa impide la entrada de aporte fluvial al estuario, que como ya se ha comentado tiene una incidencia estacional importante sobre el desarrollo de la flecha.

En el siguiente período (1980-1984) se detecta una disminución hacia tasas de crecimiento cercanas a los primeros períodos estudiados, se ha determinado una velocidad media de crecimiento de 40 metros. Esta desaceleración puede explicarse teniendo en cuenta el efecto que produjo la finalización de las obras del dique de protección de la entrada del Puerto de Huelva (1979), que provoca un enorme desequilibrio dinámico en el tránsito sedimentario y crea una zona de sedimentación muy activa en su cara externa (Borrego y Pendón, 1988). De esta forma se incrementa el efecto de *bypassing* de la deriva litoral en los sistemas sedimentarios situados hacia poniente del dique mencionado. Por último, este período de descenso en la tasa de crecimiento termina cuando se consigue de nuevo una situación de cierto equilibrio, al disminuir la tasa de sedimentación en la cara externa del dique del Puerto de Huelva. En el año 1984 se consolida el sistema de Islas barrera y la playa adosada a la cara externa del dique. Este hecho permite disminuir el efecto de tránsito de material sedimentario, que se producía en las zonas situadas hacia levante de esta construcción. Y se alcanza, para el período 1984-1987, una tasa de crecimiento de 63 metros por año. Al efecto producido por la colmatación de las zonas externas de este dique, hay que añadir el factor añadido que significa la proliferación de actividades relacionadas con la creación de viveros y piscifactorías dentro del estuario del río Piedras, que da lugar a la disminución de las zonas de encharcamiento mareal y, por lo tanto, el prisma de marea también disminuye en el interior del estuario. Estas actividades han proliferado en estos últimos años.

Tabla 1.—Crecimiento longitudinal de la Flecha de El Rompido

Año	Crecimiento (m/año)	Obras civiles
1873	— 30	
1956	— 32	
1973	—	Presa del Piedras (1968)
	—	Isla Cristina (1974)
	—	Punta Santo Antonio (1977)
	—	Dique Puerto Huelva (1979)
1980	— 60	
1984	— 40	
	—	Piscifactorías/Viveros (1982/1985)
1987	— 63	

Agradecimientos

Trabajo financiado por la C.I.C.Y.T., proyecto de investigación PS89-0113.

Referencias

Borrego, J. y Pendón, J. G. (1988): *Henners. Rev. Geol.*, 2, 299-305.
 Borrego, J. y Pendón, J. G. (1989): *Geol.*, 3, 125-131.
 C.E.E.P.YC. (1981): *Plan de estudio de la*

dinámica litoral de la Provincia de Huelva. Informe inédito. 315 p.

Dabrio, C. J. (1982): *Sedim. Geol.*, 32, 141-151.
 Dabrio, C. J. (1989): In A. Arche -*Coord- Sedimentología, C.S.I.C.*, 349-394.
 Ojeda, J. (1988): *Tesis Doct. Univ. Sevilla* (Inédita), 411 p.
 Sha, L. P. (1990): *Geol. Ultraiectina*, 64, 160 p.

Recibido el 1 de octubre de 1991
 Aceptado el 25 de octubre de 1991

Nuevos datos sobre la edad del inicio de la sedimentación continental en la Cuenca de Guadix. Cordillera Bética

New data on the start age of the continental sedimentation in the Guadix Basin. Betic Cordillera

J. M. Soria Mingorance (*) y A. Ruiz Bustos (**)

(*) División de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante. 03071 Alicante.
 (**) Instituto Andaluz de Geología Mediterránea (CSIC - Universidad de Granada). 18071 Granada.

ABSTRACT

A new microvertebrate site named Salinas is found in the north edge of Guadix Basin. It is date as Upper Turolian: MN 12, and permit approximate us to starting age of the continental sedimentation in the basin.

Key words: micromammals, Upper Turolina, Guadix Basin.

Geogaceta, 11 (1992), 92-94.
 ISSN: 0213683X

Introducción

Las recientes investigaciones realizadas por los autores en el borde norte de la Cuenca de Guadix, en concreto en las proximidades del Río Guadiana Menor, permiten asegurar que gran parte de las series basales continentales se depositaron durante el Mioceno superior. El hallazgo del yacimiento de Salinas, situado cronológicamente en el Turoliense superior, zona MN 12, aporta un nuevo nivel temporal de referencia dentro de los materiales basales continentales. Este yacimiento es hasta el momento el más bajo en edad conocido en la Cuenca de Guadix.

Síntesis geológica del área estudiada

En el borde Norte de la Cuenca de Guadix los materiales marinos más recientes depositados son de edad Tortonense superior (Fernández y Soria, 1988). Sobre estos reposan, sin que medie discordancia apartente alguna, las sucesiones continentales basales, en las que se pueden diferenciar los siguientes conjuntos litológicos (comenzando por el más antiguo):

— Lutitas grises inferiores: Se trata de margas y arcillas de color gris claro o blanco que intercalan niveles arenosos y conglomeráticos, y esporádicamente finos lechos de calizas y

margocalizas ricas en gasterópodos. Este conjunto se superpone siempre directamente y con similar orientación de la estratificación sobre los materiales marinos terminales. Su potencia es, aproximadamente, de 30 m.

— Lutitas grises y salmón: Sobre el anterior conjunto se presenta una sucesión de 100 m. de potencia en la que alternan tramos lutíticos (margas y arcillas predominantemente) con un característico cambio rítmico de colores grises y asalmonados; en esta aparecen canales de espesor variables rellenos de conglomerados y arenas. El cambio observado en la disposición de la estratificación con respecto al conjunto anteriormente descrito per-