

## EVOLUCION RECIENTE DEL ESTUARIO DEL NALON (Asturias)

R. CABRERA CEÑAL & G. FLOR.

Departamento de Geología (Área de Estratigrafía).  
C/ Arias de Velasco s/n - 33005. Universidad de Oviedo.

**Resumen.** Se estudian las variaciones recientes de las diferentes unidades morfodinámicas y sedimentarias del estuario del Nalón, en lo que concierne a su identificación y distribución. Las primeras referencias históricas provienen de finales del siglo XVIII, habiéndose realizado las modificaciones más sustanciales desde primeros del siglo actual: obras de canalización en las áreas de desembocadura, dique exento de la playa, construcción de la dársena de San Esteban de Pravia, así como las ocupaciones de las llanuras supramareales y campos dunares eólicos para usos diversos. Se calcularon las superficies relativas a cada unidad, incluyendo las amplias marismas activas durante la transgresión flandriense (+ 3 m en relación con las pleamares vivas medias) en que el estuario alcanzó la máxima extensión. Las repercusiones principales resultaron en la migración mar afuera del sistema playa/dunas (unos 375 m) y la pérdida de superficie estuarina por ocupación humana, que han derivado en una mayor influencia fluvial sobre la mareal, incluso que en momentos precedentes.

**Palabras clave:** Gestión litoral, estuario, evolución reciente, Asturias, España.

**Abstract.** Recent variations on the distribution of the main morphodynamic and sedimentary units of the Nalón estuary (Asturias, northern Spain) are studied. Estuarine surfaces including the broad active marshes during the Flandrian transgression (maximum extent with a + 3 m high stand) are calculated. A natural picture of the estuary from the late XVIII century is obtained from a geographic map by Mr. Müller which allows to reconstruct that instantaneous configuration. The main anthropic modifications were made through the late XIX and early XX centuries to the present conditions: the construction of the western entrance jetty, the walls along the inlet, the harbour of San Esteban de Pravia, the offshore breakwater, and the reclaimed eolian dunes and marshes. The principal changes were the beach/eolian field complex migration seaward (about 375 m) and the reclaimed mentioned areas, which promoted the increasing fluvial influence, even more than the previous moments.

**Key Words:** Littoral management, estuary, modern evolution, Asturias, Northern Spain.

### 1. Generalidades

El estuario del Nalón se encuentra en la zona centro-occidental de Asturias, entre los meridianos: 6° 4' 19" y 6° 2' 28", desde el dique externo occidental de San Esteban de Pravia hasta el extremo oriental de la playa de San Juan de La Arena, y entre los paralelos: 43° 34' y 43° 41,8" de latitud N, desde la punta

occidental sobre la que se apoya el dique artificial o barra de San Esteban y la capital del Concejo de Soto del Barco (fig. 1).

En sus márgenes se han establecido diferentes poblaciones, que no superan los 2.000 habitantes; en el área oriental, la capital del Concejo, Soto del Barco, se encuentra aproximadamente en la parte interna del estuario con influencia salina, y la más externa, San Juan de la Arena, con una vocación netamente pesquera; esta última se asienta sobre una amplia superficie arenosa eólica (cordón dunar) anterior a las obras de canalización y, parcialmente, sobre terrenos ganados al canal estuarino principal y a las llanuras arenosas y fangosas. En el margen izquierdo se encuentra la localidad de San Esteban de Pravia (Concejo de Muros de Nalón), que tuvo una gran actividad comercial a través de su puerto, esencialmente carbonera, para lo cual se llevó a cabo una profunda modificación de los accesos y delimitación de las instalaciones portuarias; actualmente, atraviesa una profunda crisis por los problemas derivados de la falta de calado de la dársena y las escasas inversiones en su mejora. Las zonas de influencia de la onda mareal en pleamares, tanto vivas (rango mareal de algo más de 4 m) como muertas (rango de alrededor de 1 m) y de la onda salina, afectan al Concejo de Pravia, en las áreas de la cola estuarina.



Fig. 1. Esquema de situación del estuario del Nalón.  
 Situation scheme of the Nalón estuary in the Asturian region (Northern Spain, Bay of Biscay)

El relieve de la zona es moderado, con alturas que no sobrepasan los 400 m. Está dominado por extensas planicies costeras de abrasión marina: *rasas*, que enlazan hacia el S con relieves de sierras (antiguas líneas de costa con sus acantilados correspondientes) y con pedimentos (Peón Peláez, 1992), adoptando en conjunto una alineación E-O. En esta zona, se diferencian tres niveles de *rasas* correspondientes al conjunto superior más antiguo, representados por la altura actual de la base del acantilado antiguo: 115 m, 160m, y el de 220 m (niveles III, II y I, respectivamente: Flor, 1992 a). El encajamiento del estuario ha producido una incisión importante donde se ponen en contacto las Zonas Cantábrica y Asturoccidental-leonesa, con una dirección N-S, aprovechando en buena medida las alineaciones estructurales paleozoicas, NNE-SSO.

El trazado del estuario, en planta, es sinuoso, desarrollando sendos meandros en toda su longitud como corresponde a un estuario con una fuerte influencia fluvial y un relleno sedimentario transgresivo sobre el tramo fluvial inferior característico de un modelado de meandros encajados. La cola del estuario se establece por los controles de la intrusión salina, que no llega a las islas de Arcubín y Pedregalón, lo que supone una longitud de unos 6 km 125 m. La anchura del canal en la desembocadura, que ha sido limitada por escolleras, es de 125 m en una longitud de 1.100 m. La máxima anchura se alcanza entre la ensenada de San Esteban de Pravia y la llanura fangosa (El Arenal o El Playón) al S de San Juan de la Arena, con 825 m; en este caso, la longitud afectada es de 875 m. A partir de este área, el canal principal es prácticamente la unidad morfosedimentaria y dinámica casi exclusiva; su anchura varía desde los 235 m a 325 m hasta el O del puente de la Carretera Nacional 634, en una longitud de 2,65 km. En el recodo del Sablón, el canal se estrecha hasta un mínimo de 100 m para estabilizarse en unos 140 m, a lo largo de un recorrido de 1,5 km. Este canal principal enlaza paulatinamente con el río Nalón (canal meandriforme superior), en que los procesos fluviales son dominantes. Se forman aquí las barras sedimentarias de meandro en las zonas de recodo (*point bar*) y longitudinales fusiformes en los tramos rectilíneos entre el lecho fluvial.

Asimismo, en el margen izquierdo, afuera del estuario, se ha construido un largo espigón para impedir el trasvase de arenas procedente de la deriva litoral, que la corriente costera transporta hacia el E. Se confina en su desembocadura por un sistema arenoso de playa/dunas eólicas, en la porción oriental; esta playa, denominada de Los Quebrantos, se extiende hacia el E en continuidad natural con otra más extensa (playón de Bayas), alcanzando entre ambas los 4 km de longitud.

Tabla 1. Relación entre los caudales fluviales ( $Q_F$ ) y mareales ( $Q_M$ ) para un ciclo mareal completo, que muestran la gran influencia fluvial de este estuario, particularmente para caudales fluviales de avenida en que la circulación es netamente estratificada ( $>1,0$ ); para caudales de estiaje se comporta como un estuario de mezcla total ( $<0,1$ ) o verticalmente homogéneo (Flor et al., in litt.).

*Numerical relations between the river runoff ( $Q_F$ ) and the tidal volume ( $Q_M$ ) for a tidal cycle, which show the high fluvial influence in this estuary, especially during river flood conditions being the estuarine circulation of the salt wedge type ( $>1,0$ ); during low river flows, the estuarine circulation is vertically homogeneous ( $<0,1$ ) (Flor et al., in litt.).*

	$Q_F/Q_M$		
	ESTIAJE	AVENIDA	MEDIAS
MAREAS MUERTAS	0,198	19,749	1,148
MAREAS VIVAS	0,027	12,011	0,698
MAREAS MEDIAS	0,033	14,937	0,868

También, para disminuir la entrada de arenas al estuario, se construyeron en la playa de Los Quebrantos una escollera reducida en el borde occidental, un dique exento oblicuo NE-SO, en la posición correspondiente a la zona submareal y otro dique subperpendicular en el centro, abarcando la zona de dunas activas y las diferentes zonas intermareales de la playa (talud intermareal y terraza de bajamar); el proceso resultante fue una mayor acumulación arenosa con crecimiento de la playa hacia el mar de tipo hemitómbolo, dando un perfil convexo hacia afuera.

Desde el punto de vista de la circulación estuarina, el comportamiento dinámico oscila entre los dos extremos posibles: estratificación horizontal o en cuña salina y verticalmente homogéneo o de mezcla total. Al predominar las condiciones de caudal fluvial de estiaje a lo largo del año, la resultante media dependerá de los rangos mareales. Así, para mareas muertas el estuario es altamente estratificado, mientras que para vivas se comporta como verticalmente homogéneo.

## 2. Objetivos y métodos

Se reconstruye la distribución de las unidades morfodinámicas y sedimentarias del estuario y su extensión areal. Se tiene una aproximación, especialmente de las áreas internas (antiguas marismas), deduciendo su superficie durante la transgresión flandriense en que el estuario alcanzó sus dimensiones máximas. Se puede seguir la distribución estuarina a finales del siglo XVIII, gracias al mapa de Müller de 1797 reinterpretado, y después de las obras de canalización, en las décadas de los 50 y 80 del presente siglo, mediante la consulta de las fotografías aéreas. En definitiva, se pretenden determinar las repercusiones directas e indirectas más significativas por la actividad antrópica en este estuario, que sirva de referencia para abordar algún tipo de actuaciones futuras, como una hipotética recuperación o prever los efectos de cualquier cambio ulterior. De hecho, la Administración Regional tiene sus miras puestas en un cambio del trazado del canal principal y en continuar con los dragados suspendidos en los últimos años, entre las medidas más importantes.

A partir de diversos juegos de fotografías aéreas, se han reconstruido las superficies de las unidades más características en planos de detalle, que permitan un contraste en sucesivas etapas. Sobre un mapa actualizado, se han planimetrado las distintas superficies representativas, tanto activas como antropizadas, así como las amplias marismas pertenecientes al máximo transgresivo flandriense, determinándose los porcentajes de unas y otras.

Trabajos cuantitativos similares han sido realizados por Cendrero & Díaz de Terán (1977) para el amplio estuario de Santander, así como los más exhaustivos de Rivas Mantecón (1991) en su Tesis Doctoral en diferentes estuarios de la región de Cantabria.

## 3. Evolución histórica

En la costa cantábrica, se ha estimado la remontada del nivel marino durante la transgresión flandriense entre +2,5 y +3 m con respecto a las pleamareas vivas medias (Flor, 1981), que sería más importante y anterior a la deducida recientemente por Cearreta (1992) en torno a los 2.500 años BP (estadio Subatlántico) y que estimamos se situó en +0,5 y +1,0 m.

Existen datos históricos que apuntan a que, en 1592, los efectos mareales se dejaban sentir hasta más de 4 leguas aguas arriba de la puebla de Pravia (González García & Ruiz de la Peña, 1972; Quirós Linares, 1975) lo que equivale aproximadamente a 22 km 290,8 m (1 legua= 5.572,7 m). Estas cifras parecen un poco exageradas, pues si a estos 22 km se le añaden los alrededor de 14 km que separan la desembocadura de dicha localidad, habría que admitir que la marea llegaba hasta 36 km, o lo que es lo mismo hasta la población de Grado. Comoquiera que en 400 años, los cambios del trazado del río, así como los movimientos epirogenéticos y eustáticos han sido poco acusados, cabe concluir que tal afirmación debe manejarse con todo tipo de precauciones. En la actualidad, la influencia de las mareas (onda mareal) se extiende hasta 12 km en vivas y a 9,5 km en muertas para caudales de estiaje, mientras que en avenidas disminuyen sensiblemente.

También se constata, al menos desde entonces, el relleno generalizado y continuo hasta nuestros días. Hasta mediados del siglo XIX, las condiciones de navegación eran relativamente buenas, por cuanto los calados en mareas vivas nunca bajaban de los 2 metros en la barra arenosa (canal comprendido entre Los Quebrantos y San Juan de La Arena). Aproximadamente, entre San Esteban de Pravia y el puente de la Carretera Nacional 634, también en mareas vivas, el calado sobre el canal se reducía a 0,9 y 1,2 m. No obstante, es difícil estimar el grado de aterramiento natural (proceso transgresivo, descargas fluviales, aportación desde y salida hacia la plataforma continental) y el artificial (descargas fluviales de sedimentos derivados de la actividad carbonera y térmica, y dragados).

Pero la mayor transformación de la ría tuvo lugar en el último siglo y ello debido a los aportes sólidos procedentes de los lavaderos y escombreras de carbón de las explotaciones carboníferas (carbón y pizarras carbonosas) y de las térmicas (escorias) del Nalón y mucho menor del Narcea (Flor *et al.*, 1990). En estas

cuencas durante 1861, las extracciones de carbón fueron de 250.000 tm, pasando a 1 millón en 1895, dos millones en 1905, cuatro millones en 1918 y casi ocho millones en 1954. A falta de datos fidedignos y a modo de ejemplo, se calculó, que, en 1952, el Nalón transportó de 80 a 100 kg /m<sup>3</sup> de sólidos (Martínez Arévalo & Fernández-Pello, 1983).

Tabla 2. Dragados del fondo del estuario del Nalón entre 1930 y 1986 (Junta de Obras del Puerto de San Esteban de Pravia).

*The volumes (m<sup>3</sup>) of dredged sediments from the estuarine bottom in the Nalón estuary between 1930 and 1986 (Junta de Obras del Puerto de San Esteban de Pravia).*

Año	Barra (m <sup>3</sup> )	Canal (m <sup>3</sup> )	Dársena (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
1930				826.502
1931				848.761
1950-51				888.766
1951-52			1.179.284	
1952-53			1.028.250	
1953-54				731.900
1954-55				602.120
1955-56			1.192.200	
1956-57			1.078.600	
1957-58			1.463.700	
1958-59			1.067.700	
1959-60				880.400
1961				845.650
1962				807.400
1963				720.400
1964	360.200	248.800	183.600	792.600
1965	273.200	278.000	204.200	755.400
1966	299.600	187.800	143.600	631.000
1967	471.400	313.200	157.400	942.000
1968	362.800	232.000	133.600	728.400
1969	300.800	244.800	12.000	557.200
1970	324.400	124.400	124.600	483.400
1971	256.800	119.200	104.200	480.200
1972	152.800	47.000	67.800	267.600
1973	183.200	111.600		294.800
1974	133.400	105.400		238.800
1975	156.400	64.400		220.800
1976	148.400	74.800		253.200
1977	162.400	35.900		198.300
1978	109.000	33.600		142.600
1979	109.600	24.800		134.400
1980	142.400	34.875		177.275
1981	100.800	19.600		120.400
1982	68.800	7.200		76.000
1983	20.400	2.400		22.800
1984	18.400	6.800		25.200
1985	84.800	2.000		86.800
1986	3.600	1.600		5.200
<b>TOTAL</b>				<b>21.795.608</b>

Entre el 28-4-81 y el 8-1-82 se dragaron 110.504 m<sup>3</sup> de fango en la dársena de San Esteban de Pravia. Se hicieron dos sondeos, uno en febrero de 1982, con un volumen de 218.302 m<sup>3</sup> y otro en marzo de 1983 que dio un total de 46.773 m<sup>3</sup>. Entre ambos, hubo un relleno de 171.529 m<sup>3</sup> de fango, lo que

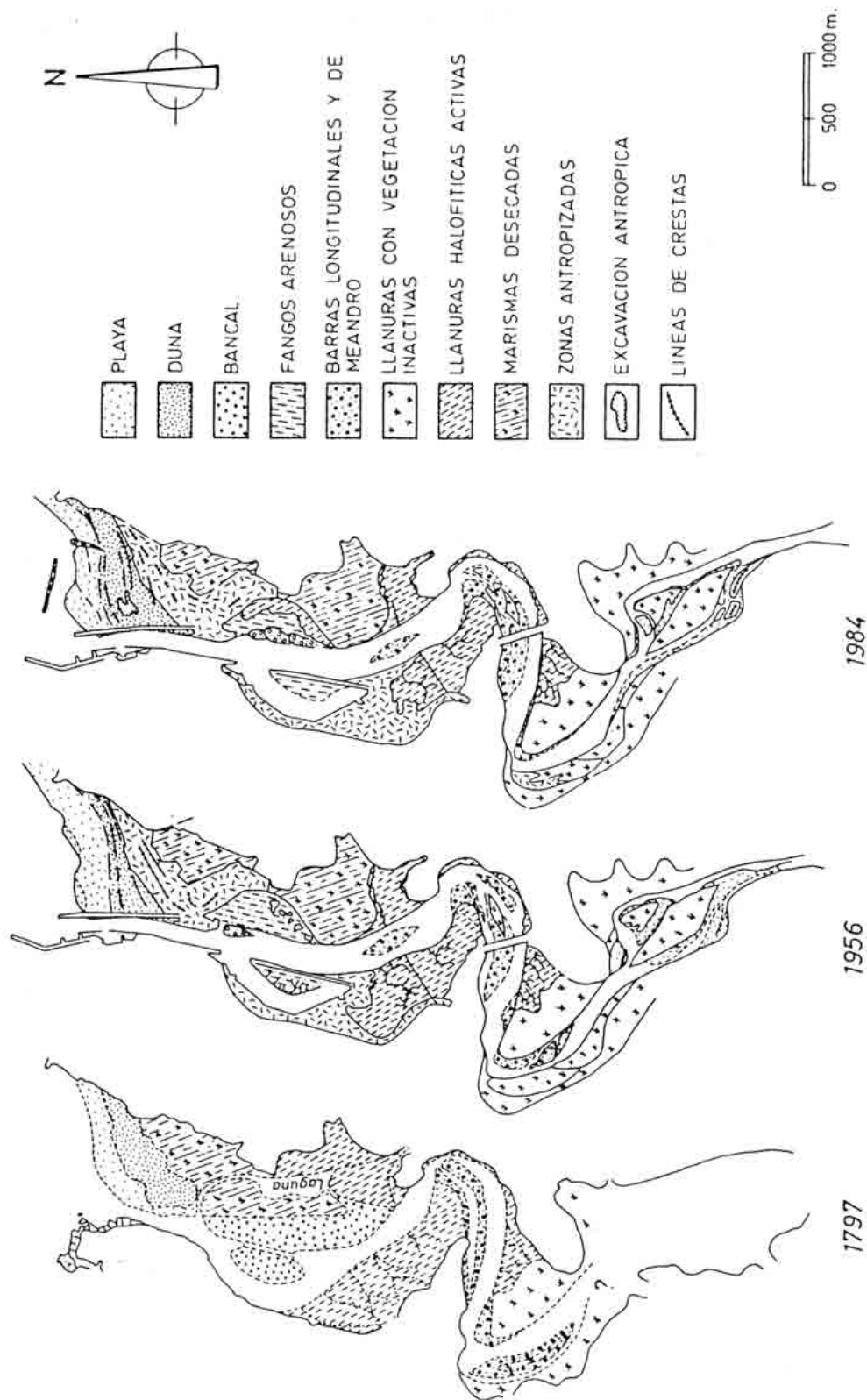


Fig. 2. Reconstrucción de las unidades estuarinas más importantes en los años 1797, 1956 y 1984 en las que se pueden evidenciar los cambios sustanciales que ha experimentado la ría del Nalón.

*The most important reconstructed estuarine units from 1797, 1956 and 1984, allowing to deduce the great changes in that historical period.*

supone unos 434 m<sup>3</sup> diarios (tabla 2). Una práctica habitual fue la extracción de carbón fino del fondo de la ría, actividad residual que todavía se realiza, en cantidades realmente poco importantes, en la playa de Santa María del Mar, situada al E de la desembocadura.

Las sucesivas obras de construcción del puerto de San Esteban de Pravia y el reducido de San Juan de la Arena, y el encauzamiento del estuario transformaron drásticamente la fisonomía de la porción externa del estuario. Asimismo, los dragados fueron una práctica generalizada en el puerto de San Esteban (fangos y arenas finas) y en el canal y barra de acceso (arenas, fundamentalmente). Sus efectos indirectos fueron tan importantes que los frentes dunares del vecino playón de Bayas retrocedieron por erosión del oleaje unos 50 m en unos 500 m de longitud; en la última década, el cese de los dragados ha cambiado de signo, hasta el punto de que se está construyendo un nuevo campo dunar en dicha playa, constituido por *cordones dunares* todavía incipientes.

En la actualidad, el estuario del Nalón apenas si tiene tráfico portuario, reduciéndose a las capturas de la angula. Sigue recibiendo los sólidos derivados de la actividad carbonera cada vez menores por la disminución de la extracción y el control de los vertidos, pero lo que todavía es alarmante son los enormes volúmenes de residuos líquidos orgánicos e industriales de ciudades e industrias de esta gran cuenca hidrográfica. Es por ello que, en la actualidad, el estuario es un espacio prácticamente abiótico, si se exceptúan las especies que resisten en la columna de agua, como los salmones que lo atraviesan rápidamente hasta alcanzar las aguas más limpias del Narcea.

Se ha confeccionado una serie de planos de la ría en diferentes momentos al objeto de conocer la evolución del relleno y poder prever su evolución en un futuro. Se reconstruyeron las áreas morfosedimentarias más importantes a la misma escala (fig. 2).

El primer dato fiable encontrado se debe a D. José Müller, quien levantó en 1797 un plano de la ría entre la desembocadura y el segmento comprendido entre el recodo del Sablón y las islas de Arcubín y Pedregalón. En este caso, se ha intentado una reconstrucción lo más fielmente posible. En esa fecha, el estuario no había sido modificado aún por escolleras ni diques. En la parte externa de la desembocadura, frente al actual mirador del Espíritu Santo, se desarrollaba un bancal o barra transversal de desembocadura, totalmente equiparable al activo actual, así como a los de Ribadesella (Flor & Cambor, 1990) y Villaviciosa. El cierre del estuario tenía lugar a través del sistema de playa/duna de La Arena que se materializaba aproximadamente enfrente de la parte S del gran espigón occidental de San Esteban, con el canal principal localizado en el mismo lugar que en la actualidad. La ensenada de San Esteban de Pravia-San Juan de la Arena tenía, pues, el canal principal situado en el margen occidental, dejando un bancal arenoso que enlazaba gradualmente, hacia el E, con una llanura de fangos, en aquella época utilizada para el cultivo. El bancal arenoso se subdividía en dos grandes unidades: la de mayores dimensiones, un bancal de forma subelíptica en planta (asimilable a un delta mareal de flujo), cuyo origen se debía a la actuación, durante los pleamares, de corrientes horizontales en superficie con una trayectoria levógira, debido al efecto de Coriolis, y otras corrientes intensas de fondo dirigiéndose hacia la ensenada de El Arenal; y otra porción que enlazaba paulatinamente con la extremidad del margen derecho; entre ambos, se instalaría un canal secundario producto del giro antedicho. Este esquema es extrapolable a numerosos estuarios cantábricos, que poseen una amplia ensenada (bahía arenosa) en las proximidades de la desembocadura: Eo, Villaviciosa, Ribadesella, San Vicente de la Barquera, etc. También las áreas planas situadas al S de la población de La Arena, anteriormente marismas, se dedicaban a la misma actividad agrícola. Existía una laguna al S y al E de estas áreas desecadas. Las llanuras de fangos del margen izquierdo, al S de San Esteban, así como las situadas al N del castillo de San Martín, en el margen opuesto, tenían una disposición similar a la deducida de fotos aéreas antiguas y de lo que resta en la actualidad; llama la atención la fidelidad cartográfica del autor en lo que respecta a la individualización de los canales mareales. La isla comprendida entre los meandros de La Junquera y El Sablón no se había formado aún, pero sí una gran barra longitudinal que serviría de asiento para su futuro desarrollo. El meandro del Sablón tenía una configuración parecida a la actual, mientras que en el margen izquierdo al S del recodo, una gran barra longitudinal estaba en fase de crecimiento.

A finales del siglo XIX, concretamente en 1881, se iniciaron las primeras obras para el acondicionamiento de la ría, el dique occidental se inauguró en 1908 y la mayor parte de las obras portuarias culminaron en 1946 (Flor, 1992 b).

El segundo control parte de las fotografías aéreas del ejército estadounidense de 1956 (escala aproximada 1/33.000). Se habían construido los espigones de la bocana y el de la ensenada de San Esteban, entre los más relevantes. El resultado más espectacular fue el crecimiento del sistema de

playa/dunas mar afuera algo más de 225 metros; este fenómeno ha sido documentado históricamente en la ría de Orio (Losada et al., 1989) debido a que la migración del área energética máxima del estuario, representada por el canal de desembocadura (*inlet*) ahora canalizado, arrastró consigo al sistema de barra arenosa (playa y dunas eólicas asociadas) que confina el estuario. El canal principal se fijó en la posición actual, de manera que el intenso flujo mareal debió eliminar rápidamente el bancal arenoso y se desarrolló

Tabla 3.- Superficie ( $m^2$ ) de los subambientes estuarinos y del sistema de dunas eólicas y su representación porcentual.

*Deduced surfaces ( $m^2$ ) of the main morphosedimentary and dynamic estuarine units, including the eolian fields and their respective percentage.*

		$m^2$	%
<u>Llanuras mareales</u>			
F1	El Arenal	242.048	2,65
F2	San Esteban	68.808	0,75
F3	Dársena N	16.104	0,18
	Total parcial	326.960	3,58
<u>Marismas</u>			
	Antigua (San Juan)	527.040	5,77
	Activas		
	M1 El Castillo	137.616	1,50
	M2 La Junquera	293.288	3,21
	M3 Isla del Puente	15.128	0,17
	M4 Embarcaderos	19.520	0,21
	M5 El Sablón.	65.392	0,72
	Antropizadas (San Esteban)	275.232	3,01
	Total parcial	1.333.216	14,60
	<u>Dársena de San Esteban (S)</u>	135.664	1,49
	<u>Canal fluvio-mareal</u>	1.815.568	19,88
	<u>Zonas de sedimentación activa (barras fluviales)</u>	385.520	4,22
	<u>Canal rellenado</u>	128.832	1,41
<u>Llanuras aluviales</u>			
A1	Barreiros	1.172.286	12,84
A2	El Sablón	354.288	3,88
A3	Soto del Barco	75.141	0,82
A4	Islas de Arcubín y Pedregalón	211.792	2,32
A5	Monterrey y Tejera	890.802	9,76
A6	Santianes	569.547	6,24
A7	Bances	38.115	0,42
A8	Peñaullán	1.022.571	11,20
A9	Isla de Pravia	118.701	1,30
	Total parcial	4.485.884	49,12
<u>Dunas</u>			
	Activas y fosilizadas	357.704	3,92
	Antropizadas	195.725	2,14
	Total parcial	553.429	6,06
<b>TOTAL</b>		<b>9.132.432</b>	<b>100,00</b>



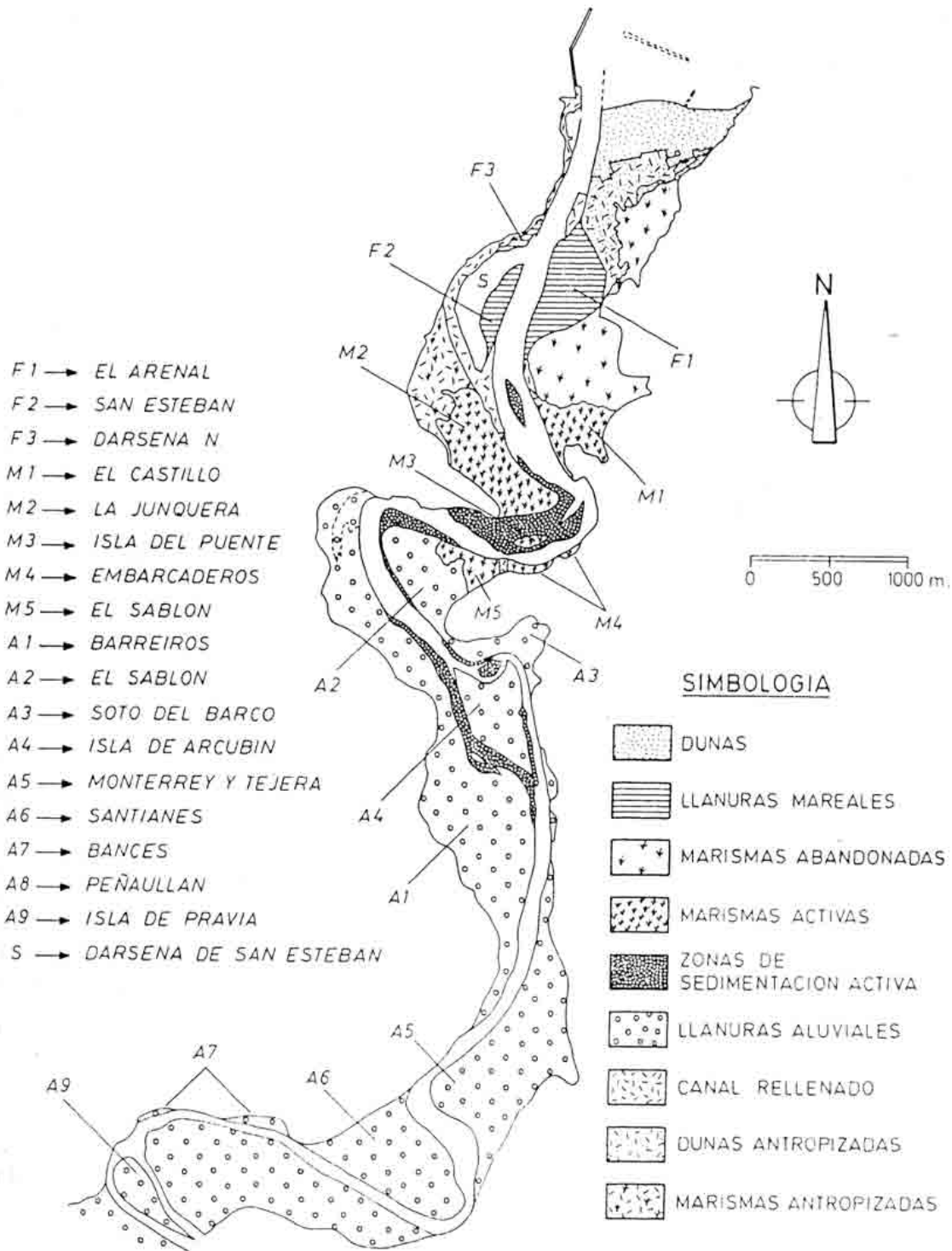


Fig. 3. Distribución de las unidades morfodinámicas y sedimentarias más importantes del estuario del Nalón, para el año 1984, incluyendo las antiguas llanuras halofíticas flandrienses.  
 (Surface distribution of the most representative morphosedimentary and dynamic estuarine units in 1984, including the Flandrian marshes).

una barra longitudinal, limitando la llanura mareal de El Arenal. Buena parte de las áreas cultivadas adosadas al bancal se incorporaron al sistema activo, actuando como llanuras mareales, colonizadas internamente por escasas juncáceas (*Juncus maritimus*). Para entonces había desaparecido la laguna. La ensenada de San Esteban se fue colmatando con fangos, creciendo una llanura limoso-fangosa activa con canalículos mareales adosada al O del espigón. Las marismas de San Esteban se antropizaron parcialmente. La barra longitudinal entre los meandros continuó su crecimiento, originándose la barra emergida estable (La Isla). La gran barra longitudinal al O del recodo del Sablón se incorporó a la llanura fluvio-mareal de inundación.

El último registro se tiene en 1984, gracias a un vuelo del CECAF (Ejército del Aire) a escala 1/30.000. El sistema de playa/duna ha crecido nuevamente, ahora unos 150 metros mar afuera a sotavento del dique exento construido en 1964 de dirección oblicua NO-SE, tendiendo a formarse un hemitóbolo. Las áreas vegetadas de El Arenal se han incrementado, por crecimiento hacia el O, bordeando toda la llanura mareal interna. Esta plataforma colonizada está elevada unos centímetros respecto a la llanura arenos-limosa y, en la mitad septentrional, se viene formando en los últimos años un escalón erosivo. La antropización de las llanuras halofíticas supramareales de San Esteban ha ido progresando sustancialmente. Una gran variación se ha dejado notar en las islas de Arcubín y Pedregalón que han crecido en diferentes zonas de su influencia, llegando a interconectarse en determinados segmentos. Las formas de lecho mayores: barras de meandro y longitudinales cambian en su forma y tamaño, pudiendo en algunos casos llegar a desaparecer en condiciones de avenidas intensas. Parece que la barra de meandro de La Junquera permanece bien estabilizada, mientras que las restantes sufren modificaciones fuertes, en particular las longitudinales situadas al O de la ensenada de El Arenal, que han crecido hasta constituir un sistema de tres barras sucesivas alineadas en la dirección del refluo.

Desde entonces hasta el presente, se han seguido ocupando lentamente las marismas situadas al S de San Esteban de Pravia, habiendo cesado los dragados intensivos; únicamente en 1992 se extrajeron 5.000 m<sup>3</sup> de arena del paso de desembocadura. Como se ha mencionado en párrafos precedentes, las posibilidades de alteraciones sustanciales pueden llevarse a cabo en un futuro a medio plazo.

Se reconstruyeron las superficies relativas al último registro de 1984 (fig. 3), incluyendo las llanuras de fangos y marismas activas durante la transgresión Flandriense (tabla 3).

Las áreas activas del estuario, en el máximo transgresivo, alcanzaron unas dimensiones muy superiores (9.132.432 m<sup>2</sup>) a la actual. Todo hace suponer que las llanuras de fangos y de halofíticas representaron la unidad morfosedimentaria y dinámica más importante (6.146.060 m<sup>2</sup>), totalizando el canal principal 1.944.400 m<sup>2</sup>. Las dunas del tipo cordón dunar, sobre las que se extendió la población de San Juan de La Arena, ocupaban 195.725 m<sup>2</sup> y la playa abarcaría una superficie menor (unos 150.000 m<sup>2</sup>) que la actual.

Hasta las primeras referencias históricas de finales del XVIII, la superficie estuarina en el retroceso del nivel del mar hasta la actualidad ha experimentado una reducción muy evidente, contabilizándose en casi la mitad (4.485.884 m<sup>2</sup>), siempre en detrimento de las llanuras de fangos y halofíticas (marismas), hasta alcanzar la superficie activa de 4.646.548 m<sup>2</sup>; de esta manera, el canal principal ha ido ganando en importancia hasta el presente. En consecuencia, el prisma de agua mareal, mayoritario entonces, que determinaba una circulación estuarina de tipo *verticalmente homogéneo* en casi todas las circunstancias, ha cedido a favor de una circulación con numerosos momentos de cuñas salinas (*altamente estratificado*). El estuario, en definitiva, se ha continentalizado o fluvializado.

#### 4. Conclusiones

- El estuario del Nalón ha experimentado cambios naturales, como son la disminución de marismas debido al descenso del nivel del mar desde la transgresión flandriense, y los debidas a la intervención del hombre, que se pueden esquematizar en los siguientes:
  - Relleno de sedimentos provenientes de la actividad minera y de los residuos térmicos.
  - Dragados sedimentarios de los fondos en aquellas áreas necesarias para la navegación: interior del puerto de San Esteban de Pravia y canal y barra de desembocadura.

- Construcción del dique exterior en el margen occidental de la barra de desembocadura.
  - Canalización del paso de desembocadura.
  - Modificación del trazado del canal estuarino principal, mediante escollera, desviándolo más al E, para delimitar el puerto de San Esteban de Pravia.
  - Ocupación y desnaturalización de marismas desde San Esteban de Pravia hacia el borde meridional y de las marismas y laguna al S de San Juan de La Arena.
  - Urbanización de las dunas eólicas antiguas de San Juan de La Arena.
  - Migración mar afuera, un total de unos 375 m, del antiguo sistema confinante de la barra arenosa de San Juan de La Arena.
  - Crecimiento de los sedimentos intermareales de la playa de Los Quebrantos hacia el dique exento por el efecto hemitóbolo.
  - Creación de un nuevo campo dunar activo en el área oriental del vecino playón de Bayas
- Las superficies más importantes perdidas por antropización se pueden resumir en las de de San Juan de la Arena (527.040 m<sup>2</sup>; 5,77%), San Esteban de Pravia (275.232 m<sup>2</sup>; 3,01%), canal principal rellenado (128.832 m<sup>2</sup>; 1,41%) y dunas antropizadas (195.725 m<sup>2</sup>; 2,14%), que representan un total de 1.126.829 m<sup>2</sup>, y un 12,33% del global. Obviamente, si se prescinden de las grandes superficies halofíticas activas durante el máximo transgresivo, los porcentajes aumentarían a más del doble.
- Desde una perspectiva global, las alteraciones ambientales más importantes se centran en la contaminación de minerales carbonosos y de residuos de escorias térmicas, las ocupaciones de áreas de marismas (reclamaciones) y las construcciones civiles que causan un impacto visual muy negativo.

### Agradecimientos

Expresar nuestro agradecimiento a los representantes municipales de los Concejos de Soto del Barco y Muros de Nalón por su ayuda económica, así como a la Universidad de Oviedo, a través de un proyecto de Temática Asturiana (TA-1538/89), que permitieron la elaboración de este apartado dentro de un trabajo de investigación más amplio en fase de publicación.

### Referencias bibliográficas

- Cearreta, A. (1992): Cambios ambientales en la ría de Bilbao durante el Holoceno. *Cuadernos de Sección. Historia* 20, 435-454. Donostia: Eusko Ikaskuntza.
- Cendrero, A. & Díaz de Terán, J.R. (1977): Caracterización cuantitativa del desarrollo histórico del relleno de la bahía de Santander; un proceso natural activado por el hombre. *Revista de Obras Públicas*, Octubre, 797-808.
- Flor, G. (1981): La costa asturiana. En: *Geografía de Asturias*. Vol. 10, 23-56. Ed. Silverio Cañada. Gijón.
- Flor, G. (1992 a): La Marina (I). En: *Enciclopedia de la Naturaleza de Asturias*, 6, 1-13. Ed. La Voz de Asturias.
- Flor, G. (1992 b): Los estuarios. En: *Enciclopedia de la Naturaleza de Asturias*, 7, 1-32. Ed. La Voz de Asturias.
- Flor, G. & Cambor, C. (1990): Dinámica y sedimentación en el estuario de Ribadesella (Asturias). *Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo*, 15, 16-36.
- Flor, G., Cabrera Ceñal, R., Suárez González, M.A. & Iglesias, M.A. (1990): Contaminación sólida en el estuario del Nalón (Asturias). *Actas de la IV Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, 165-180. Gijón.
- Flor, G., Cabrera Ceñal, R., Suárez González, M.A. & Iglesias, M.A. (in litt.): Aspectos morfológicos, dinámicos y sedimentarios del estuario del Nalón (Asturias, NO de España). *Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo*, 20.
- González García, I. & Ruiz de la Peña, J.I. (1972): La economía salinera en la Asturias medieval. *Asturiensia Medievalia*, I, 11-155.

Junta de Obras del Puerto de San Esteban de Pravia. *Memorias Anuales. Años 1930-31. Años 1950-82.*

Losada, M.A., Medina, R. & Desiré, J.M. (1989): The Orio Inlet: A case study from the North coast of Spain. *Journal of Coastal Research*, 5, 137-145.

Martínez Arévalo, P. & Fernández-Pello, D. (1983): *Evolución de los Vertidos Mineros al Río Nalón*, 331-352. Unidad Central de Medio Ambiente. Hunosa.

Peón Peláez, A. (1992): *Evolución Morfogenética del Relieve de Asturias*. Tesis Doctoral (inédita). Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. 275 pp.

Quirós Linares, F. (1975): Notas sobre el Puerto de San Esteban de Pravia. *Estudios Geográficos*, 140-141 (Homenaje a D. Manuel Terán), 975-1.000.

Rivas Mantecón, V. (1991): *Evolución Reciente y Estado Actual del Litoral Cantábrico Oriental*. Tesis Doctoral (inédita). Universidad de Murcia. 537 pp.