

LOS ESTUARIOS CANTÁBRICOS ORIENTALES (NORTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA): CARACTERÍSTICAS NATURALES, IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES DERIVADOS DE SUGESTIÓN

THE EASTERN CATABRIAN ESTUARIES (NORTH OF IBERIAN PENINSULA): NATURAL CHARACTERISTICS, ECOLOGICAL IMPORTANCE AND MAIN ENVIRONMENTAL PROBLEMS

Enrique Francês ARRIOLA²; V. Rivas MANTECÓN²; J.C. CANTERAS JORDANA¹

Resumen: Se presenta una descripción de las características naturales de los estuarios cantábricos orientales, las áreas húmedas de mayor importancia ecológica del norte de la Península Ibérica. En ella se analizan, principalmente, sus variables geomorfológicas y botánicas, poniendo de relieve el control funcional que ejercen los factores geofísicos sobre la composición de las comunidades vegetales. Finalmente, dentro del marco de la red CABAHA, se propone el desarrollo de una metodología de cartografía de base geomorfológica para la definición de unidades homogéneas integradas (unidades morfodinámicas), que reflejen los controles abióticos existentes en el ecosistema. Estas unidades se incorporarán a un SIG y servirán para la definición de sistemas de indicadores ambientales, que faciliten la gestión de estos importantes humedales.

Palabras clave: Ecología de estuarios. Cartografía ambiental. Sistemas de Información Geográfica. Indicadores ambientales

Abstract: A description of the natural characteristics of the estuaries in the eastern part of the Bay of Biscay is presented. These areas constitute the most significant wetland zones, from the ecological standpoint, of northern Spain. A thorough analysis of the botanical and geomorphological variables permits to establish that geophysical factors have a functional control on the composition of flora communities. A methodological approach based on a geomorphological cartography is put forward, according to the objectives of the CABAHA research network. The methodology is based on the identification and mapping of integrated homogeneous units (morphodynamic units) related to the abiotic controls in the ecosystem. These units, incorporated onto a GIS, will be useful to apply an environmental indicator system in order to improve their assessment and then, the design of suitable management actions on wetland zones.

Keywords: Estuaries ecology. Environmental cartography. Geographical Information System. Environmental indicators.

Resumo: Este trabalho apresenta a descrição dos estuários da porção oriental da baía de Biscaia. Essa área, do ponto de vista ecológico, constitui a mais significativa zona alagada do norte da Espanha. Uma análise da vegetação e da geomorfologia indica que as variáveis abióticas exercem um controle funcional na composição florística. Uma metodologia baseada na cartografia geomorfológica foi empregada de acordo com os objetivos da rede CABAHA. Essa metodologia identifica e mapeia unidades homogêneas

1- Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente. Universidad de Cantabria, España.

2- Departamento de Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada; Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad de Cantabria.

integradas permitiendo o estabelecimento de fatores físicos (unidades morfodinâmicas) relacionados ao controle abiótico do sistema. Estas unidades incorporarão um SIG e servirão para definição de sistemas indicadores ambientais, que facilitarão a gestão destes ambientes importantes.

Palavras-chave: Ecologia de estuários. Cartografia ambiental. Sistema de Informação Geográfica. Indicadores ambientais.

INTRODUCCIÓN

Las áreas húmedas más importantes desde el punto de vista natural y socioeconómico del norte de la Península Ibérica, son los estuarios litorales. Formados por extensas rías que se desarrollan en las desembocaduras de los ríos cantábricos, los estuarios constituyen el área de intercambio principal del flujo de energía y nutrientes entre el medio terrestre y el medio marino, existiendo ambientes muy diversos desde el punto de vista sedimentario y ecológico. Por ello, estos ambientes estuarinos templados pueden presentar además de una elevada producción primaria una alta diversidad tanto específica (diversidad α) como de hábitat (diversidad ν) (CAMERON; PRITCHARD, 1963; PRITCHARD, 1960). Contribuyen de manera importante a esta elevada diversidad biológica los contingentes de aves migratorias euro-africanas, que emplean estas zonas del norte de la Península Ibérica para descansar y alimentarse en sus largos viajes migratorios anuales (FRANCÉS; AJA, 1986; VIADA, 1998).

Por otra parte, para destacar la importancia de estos ecosistemas litorales hay que señalar que los estuarios cantábricos constituyen un área estratégica para el desarrollo de las poblaciones de gran número de especies marinas, muchas de ellas objeto de pesca comercial (siendo de los productos alimenticios más caros del mercado), que emplean los estuarios como zonas de alevinaje y nurserie, generalmente en fase de larva como parte del zooplancton, o en el estado juvenil (FRANCÉS et al., 1987). Existen interesantes trabajos que reflejan el elevado valor comercial de las especies costeras que emplean los estuarios en sus fases de desarrollo larvario, y que han visto desplomarse sus poblaciones en los últimos años, y con ello los importantes ingresos que generaban, por problemas asociados a la sobrepesca, pero también sin duda a la alteración sufrida por estas zonas húmedas fundamentales en su ciclo vital (rellenos, contaminación, etc.) (CENDRERO, 1981).

Un aspecto importante que debe ser contemplado en el análisis es la escasa superficie relativa de estos ecosistemas

en el territorio, al igual que sucede con todos los ambientes litorales, por el trazado lineal de la frontera océano-continente. Finalmente, los ambientes estuarinos poseen una elevada especificidad en cuanto a sus comunidades biológicas, con especies totalmente exclusivas de este medio, y con bajísimas poblaciones relativas de algunos taxones, lo que aumenta aún más el valor ecológico de estos humedales (REGUERA, 1982).

Por otra parte, los estuarios han constituido, desde épocas históricas muy antiguas, las principales zonas de desarrollo cultural y económico de toda la franja costera del norte de la Península, lo que ocasionó el relleno y consolidación de amplios sectores en estas zonas húmedas, hecho que se refleja en la actual ocupación urbana del entorno de estos estuarios. Esto genera fuertes conflictos ambientales en el manejo y gestión de estas importantes zonas húmedas, conflictos ya detectados hace muchos años, que se analizarán en el apartado correspondiente.

En relación con estos problemas, el objetivo general de estudio de la red CABAH es identificar los controles abióticos más significativos para la vegetación en las zonas húmedas, es decir, en el caso del grupo de la Universidad de Cantabria – UCAN, identificar las relaciones ecológicas funcionales y espaciales más significativas existentes entre el substrato geomorfológico y sedimentario de los estuarios y las comunidades vegetales. Dentro de este objetivo, se busca la posibilidad de representar dichas relaciones ecológicas en una cartografía asociada a una base de datos (SIG), campo de trabajo de gran interés.

Dentro de este planteamiento general, como objetivo específico de la investigación en el marco de la red, se pretende definir criterios generales de cartografía de unidades homogéneas integradas, generalmente de base geomorfológica, con significado funcional, para el análisis y evaluación del estado actual de diferentes zonas húmedas y de su posible evolución. Por otra parte, se buscará que dichas unidades homogéneas puedan, a su vez, ser incorporadas con facilidad a un sistema informatizado amigable, como elementos de manejo y gestión administrativa de estas

importantes zonas húmedas. Las zonas de trabajo de la red CABAH están ubicadas en diferentes países latinoamericanos y europeos, constituyendo ambientes muy diversos, por lo que será de gran interés la transferencia de información entre las diferentes zonas de trabajo, en busca de patrones comunes de comportamiento ecológico y de modelos de gestión.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio comprende el sector del Litoral cantábrico oriental, entre las desembocaduras del río Deva en Unquera (Cantabria), al oeste, y del Bidasoa en Fuenterrabia (Vizcaya), al este, incluyendo las provincias de Cantabria, Vizcaya y Guipúzcoa. La mayor parte de este sector del litoral cantábrico está constituido por costa acantilada, que se ve localmente interrumpida por desembocaduras fluviales (Figura 1), dando lugar a la formación de estuarios de tamaños muy diversos (entre 0,02 y 45 km²).

Características geofísicas de los estuarios cantábricos

La variedad en la forma, tamaño y funcionamiento de un estuario, depende de los siguientes factores abióticos:

- Las características geomorfológicas (litológicas y estructurales) de la zona de desembocadura, que determinan la amplitud y la forma de los estuarios.
- El tipo y cantidad de aportes sedimentarios, controlados por las principales fuentes de material. Los estuarios constituyen zonas de acumulación de productos fluviales, de materiales procedentes de la erosión de los acantilados y de la plataforma litoral, transportados por la deriva litoral e introducidos en su interior por las mareas, así como también aquellos de procedencia eólica y biogénica, de manera que, en condiciones estables del nivel del mar, los estuarios se ven progresivamente rellenados por sedimentos. Teniendo en cuenta el espesor de los sedimentos se observa que los depósitos más finos (arcillas y limos) son de origen fluvial, mientras que los más gruesos (arenas) son de origen marino o interno (biótico). Esta gran variedad de sedimentos refleja la simultaneidad de distintas dinámicas (eólica, mareal y fluvial) lo que implica unas determinadas condiciones físicas (naturaleza de los sedimentos, génesis, ubicación dentro del estuario, altura de los terrenos, etc.) que se traduce en una gran complejidad funcional y en una

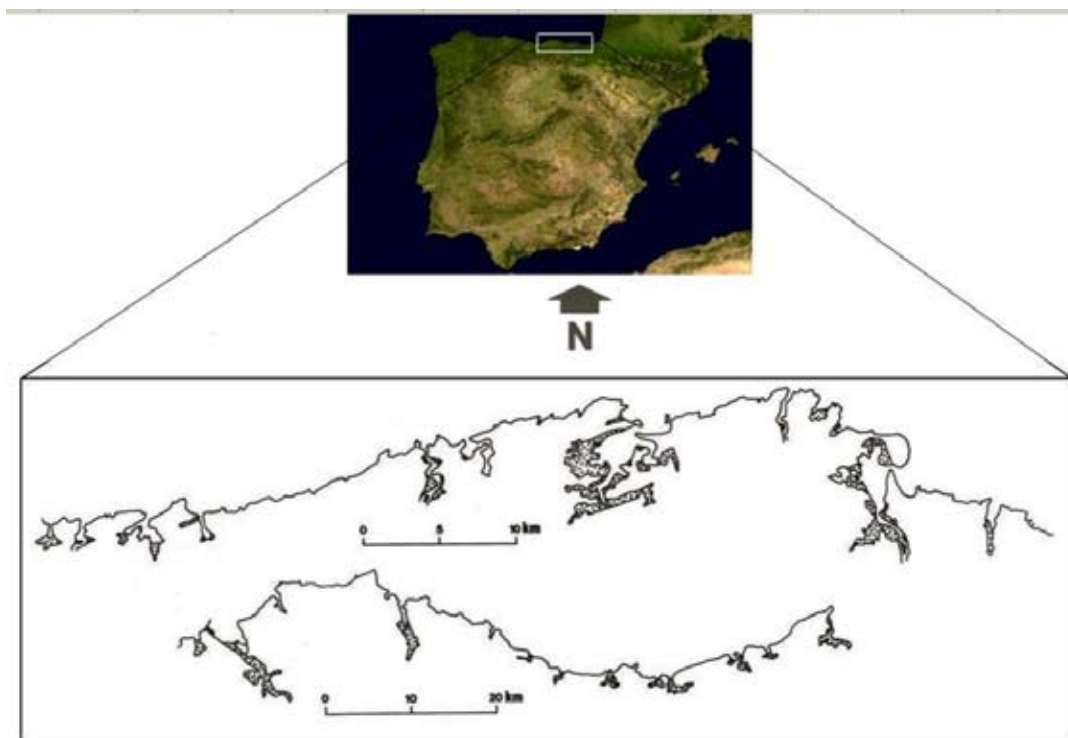


FIGURA 1: Situación de los estuarios cantábricos orientales ao norte da Península Ibérica. En puntos, las zonas actualmente rellenadas en los estuarios cantábricos orientales.

FIGURE 1: Cantabrian estuaries, north of the Iberian Peninsula.

gran variedad de ambientes ecológicos (HAYES, 1975; GONZÁLEZ LASTRA, 1984).

- Los factores hidrodinámicos (dinámica fluvial y marina), ya que son los patrones de circulación del agua y los procesos de mezcla del agua dulce y salada los que controlan los modos de sedimentación (tipo, velocidad y distribución). La importancia relativa de cada una de ellas determina el lugar donde tiene lugar la deposición de los sedimentos; posteriormente es el movimiento cíclico de la marea el responsable de la redistribución de los sedimentos y del control de su textura, es decir, la marea es el factor determinante principal en la estructuración de los ecosistemas estuarinos, siendo la frecuencia y duración de la inundación la que determina la composición de las comunidades intermareales. La gran homogeneidad granulométrica existente en cada zona de estuario a pesar de su diversa procedencia se debe al proceso de clasificación realizado por la marea con anterioridad a su deposición. Cuanto mayor es el rango de marea, mayor es la diversidad vertical de especies y su extensión superficial (PÉREZ; CANTERAS, 1990).

Atendiendo a todos estos criterios, y a otros muchos, se han establecido múltiples clasificaciones de estuarios (PRITCHARD, 1960; CAMERON; PRITCHARD, 1963; FAIRBRIDGE, 1968, 1980; HAYES, 1975). Muchos de estos factores son comunes a todos los estuarios cantábricos que comparten historias geológicas, oscilaciones del nivel del mar, dinámica marina y características climáticas semejantes. Estas similitudes hacen que los estuarios cantábricos sean englobados por las clasificaciones más clásicas dentro de un mismo grupo: valles fluviales encajados, mesomareales y tendentes al tipo verticalmente homogéneo. Sin embargo, aún asumiendo que el origen y las características de la dinámica marina es común a todos ellos, analizando en detalle cada estuario, se pueden encontrar diferencias derivadas de la configuración geológica de cada tramo costero y de la particularidad de cada una de las cuencas hidrográficas que desembocan en él (FERNÁNDEZ et al., 2004).

Las dimensiones y la morfología del estuario están estrechamente relacionadas con el marco geológico/geomorfológico en el que se encuentran, incluyendo la resistencia de la litología y sus características estructurales (EDESIO, 1990; ALONSO et al., 1991; FLOR, 1992), lo que permite una clasificación en: *estuarios abiertos*, *estuarios ensenada*, *estuarios de valle* o *estuarios mixtos* (FERNÁNDEZ et al., 2004). Estas características

determinan la extensión relativa de cada uno de los ambientes sedimentarios presentes, lo que a su vez va a determinar la composición de las distintas comunidades vegetales que se instalen en el biotopo.

Pero además, las diferencias en cuanto a la naturaleza, diversidad, extensión y grado de desarrollo de los distintos ambientes morfodinámicos presentes en los estuarios cantábricos, están fundamentalmente relacionadas con el tipo de desembocadura fluvial, más concretamente con su caudal y con la carga sedimentaria, factores que controlan la naturaleza y la cantidad de sedimentos, y que dependen de las características de la cuenca hidrográfica en cuanto a extensión, morfología, composición litológica y edafológica, cubierta vegetal, régimen climático, grado de actuación humana, etc. Por lo que respecta al caudal, los estuarios cantábricos, como ya se ha mencionado, pertenecen a la categoría de valles fluviales inundados, donde la descarga fluvial es pequeña comparada con el prisma de marea. En cualquier caso, mayores caudales no implican necesariamente mayores aportes sedimentarios ya que la zona de transferencia puede atravesar los estuarios y localizar el abanico aluvial muy lejos de la costa.

Por otro lado, la producción de sedimentos por parte de las cuencas fluviales y la cantidad de material que es transportado y depositado en la desembocadura determina, en parte, el grado de colmatación. Este hecho ya ha sido puesto de manifiesto por Fernández y Marquínez (2002) en los estuarios de Tina Mayor y Tina Menor (Cantabria), situados muy próximos entre sí y drenados respectivamente por los ríos Deva y Nansa. A pesar de la similitud en cuanto a tamaño y morfología, ambos estuarios presentan marcadas diferencias en cuanto al desarrollo de llanuras intermareales y marismas. La mayor proporción de ambientes intermareales en Tina Menor se ha relacionado con la menor aportación de sedimentos por parte de la cuenca, de modo que las llanuras se encuentran más bajas, y el alcance de dichos terrenos por las mareas es notablemente mayor que en la desembocadura del río Deva. Probablemente, esta diferencia se deba a que, si bien los dos ríos son similares en cuanto a caudal, torrencialidad y carga fluvial, el Nansa (Tina Menor) está regulado por dos embalses que controlan el caudal y el sedimento.

En consecuencia, y ante un espacio disponible en la desembocadura comparable, cuanto mayor sea la cantidad de sedimentos aportados por la cuenca y depositados en la desembocadura, es decir, cuanto mayor sea el grado

de colmatación sedimentaria del estuario, menor es la extensión de los ambientes intermareales. Esto permite encontrar importantes diferencias entre estuarios en función de la mayor o menor representación de marismas frente a llanuras intermareales (fangosas y arenosas) desprovistas de vegetación. En todos los casos, el papel funcional de la vegetación frente a los procesos sedimentarios es similar: la paulatina colonización vegetal del biotopo no solo fija los depósitos ya existentes, sino que actúa como trampa de nuevos sedimentos y cambia la composición granulométrica del lugar que previamente había colonizado.

Por tanto, son las variables geofísicas las que más influyen en el comportamiento general y en la dinámica evolutiva de los estuarios. Los ambientes de estuario son unidades geomorfológicas muy complejas con continuos procesos de erosión y sedimentación que se alternan en el espacio y en el tiempo creando una gran cantidad de características fisiográficas transitorias o permanentes que se traducen en una considerable variedad de hábitats (GOBIERNO VASCO, 1986).

Finalmente, cabe comentar que se han llevado a cabo numerosos trabajos en la zona de estudio, que emplean diferentes enfoques metodológicos y en los que se genera cartografía de muy diferente contenido, cartografía que debe ser analizada, contrastada e integrada, dentro de los objetivos del proyecto, con el fin de identificar las variables abióticas más significativas en cuanto al control funcional del estuario, que puedan ser fáciles de cartografiar (aunque no sea un factor determinante), con el fin de introducirlas en un SIG que permita modelizar y monitorear la evolución sufrida por dicho estuario.

Una herramienta de gran interés para caracterizar los ambientes geofísicos y sedimentarios del estuario, es la cartografía de base geomorfológica que define unidades homogéneas integradas, de tipo morfodinámico, es decir, que contemplan a la vez el aspecto de forma y el de proceso geológico activo. Estas unidades son identificables por criterios geomorfológicos de detalle, y son clasificables taxonómicamente en, por ejemplo, Sistemas, Unidades y Elementos Morfodinámicos, siguiendo un proceso iterativo de delimitación cartográfica o cartografía en zum (RAE, 2.005) cada vez más preciso que tiene en cuenta diferentes elementos del medio físico en cada fase del proceso (CENDRERO et al., 1.992; RIVAS et al., 1992).

Características biológicas

Los estuarios se caracterizan por ser ambientes típicamente sedimentarios sometidos a la dinámica mareo-fluvial. La combinación de estos procesos con el substrato geológico da lugar a una serie de gradientes en el agua (de salinidad, concentración de oxígeno, nutrientes, etc.) y en el sedimento (de granulometría, materia orgánica, potencial redox, etc.), así como a una serie de ambientes sometidos a períodos de mayor o menor sequedad, desde zonas submareales a zonas supramareales (ORIVE; SANTIAGO, 1984).

Los sedimentos constituyen trampas de nutrientes, funcionando como almacenes reguladores evitando que buena parte de los mismos se liberen directamente al medio marino abierto, donde quedarían excesivamente diluidos para un aprovechamiento eficaz. Por otra parte, la marea supone una corriente extra de energía que se suma a la solar, incrementando la potencialidad de la producción primaria. Además, los estuarios del cantábrico son de escasa profundidad, 4 a 5 m, por lo que la luz llega en cantidad y calidad para que en toda su totalidad pueda haber fotosíntesis. En consecuencia, los estuarios no presentan limitación por nutrientes ni por luz, sirviendo la energía cinética de las mareas para redistribuir los nutrientes, cuestión importante en ecosistemas donde hay una mayoría de formas bentónicas y de alimentación por filtración.

Por último, el primer nivel trófico de estos estuarios presenta una variedad de formas (fitoplancton, algas, macrófitos) que se combinan entre sí para mantener una producción elevada durante todo el año. La mayor parte de esta materia orgánica sintetizada se procesa en el estuario por vía detrítica. Es decir, la cadena de pastoreo, comparativamente a la de otros ecosistemas, es menos relevante, teniendo un mayor protagonismo la descomposición de la materia por las bacterias de los sedimentos. Esta aceleración de la materia por vía detrítica unido a la mayoría de vida filtradora determinan un punto de fragilidad de estos estuarios: la facilidad con que a las cadenas tróficas pueden pasar contaminantes persistentes.

Desde un punto de vista más estructural, se puede diferenciar en estos estuarios dos ambientes claramente diferentes: por un lado el ámbito terrestre, con comunidades vegetales dominadas fisionómicamente por fanerógamas y, por otro lado, el ámbito acuático salobre, con medio pelágico dominado por comunidades planctónicas, y un medio bentónico, generalmente de fondo blando, dominado

por moluscos, anélidos y crustáceos (FERNÁNDEZ; CORT, 1977).

En lo referente a las comunidades de plantas superiores de ambiente continental, los estuarios cantábricos han sido ampliamente estudiados por diferentes grupos de investigación, a través de Tesis Doctorales, Informes Técnicos, etc., elaborándose cartografía a diferentes escalas y con diferentes aproximaciones taxonómicas. Sin embargo, como ya se ha citado en párrafos anteriores, aún es necesario profundizar más, tanto en la escala de detalle como en la toma de datos abióticos, con el fin de generar bases de datos que permitan realizar, a través de un SIG, análisis estadísticos de las relaciones ecológicas y espaciales que se establecen en los estuarios, campo de trabajo de gran interés.

Es conveniente citar la existencia de la Directiva Hábitats (92/43/CEE), por su carácter de aplicación general y su importancia administrativa en el contexto europeo, que ha generado una cartografía a escala 1:50.000 de los hábitats y taxones de conservación prioritaria en el ámbito territorial de la CEE, creándose una red conocida como Red Natura 2.000. Esta Red define los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), entre los que se han incluido prácticamente todos los estuarios cantábricos. Para llevar a cabo las determinaciones de la Directiva, se han identificado y cartografiado, para todo España, las comunidades vegetales a nivel de Asociación fitosociológica, es decir, el nivel más detallado en este método taxonómico (ORELLA et al., 1998).

A partir de los datos extraídos de la cartografía Hábitats, (y de otros trabajos botánicos llevados a cabo en la zona), un *pattern* de las comunidades vegetales llevado a cabo desde las zonas de carácter más marítimo hasta las áreas de tipo más continental, estaría formado por la siguiente secuencia (DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1.992; BARTOLOMÉ et al., 2.005):

- a) Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda, con poblaciones de *Zostera marina* (Hábitat 1110).
- b) Fondos marinos descubiertos durante la bajamar, fangosos y arenosos, con *Nanozostera noltii* (Hábitat 1140).
- c) Sedimentos estuarinos intermareales en zonas de aguas tranquilas, con cierto relleno sedimentario, con comunidades de la gramínea *Spartina maritima*, acompañada de la especie introducida *S. alterniflora*, que está produciendo efectos perjudiciales en los ecosistemas de marisma (Hábitat 1320).
- d) Formaciones de plantas en la zona intermareal salina:

- Comunidades pioneras de plantas crasas desarrolladas sobre suelos salobres temporalmente inundados, dominados por las especies anuales *Salicornia ramosissima*, acompañada de *S. dolistostachia*, *S. emerici*, *Suaeda spicata*, *S. splendens*, etc. (Hábitat 1310)
- Herbáceas no carnosas, generalmente gramíneas, propias de suelos salinos, con *Hordeum marinum*, *Polygonum maritimum*, etc. (Hábitat 1310)
- Formaciones de arbustos y plantas perennes en suelos húmedos marcadamente salinos situados en el límite superior de la pleamar. (Hábitat 1420). Poseen la siguiente distribución espacial en el estuario:
 - En la franja más influida por la marea, sobre suelos siempre húmedos domina la quenopodiácea *Sarcocornia fruticosa* o *S. perennis* subsp. *alpini*.
 - En una segunda banda, sobre suelos que se desecan más intensamente, la comunidad está presidida por *Arthrocnemum macrostachium* o *Halimione portulacoides*.
 - En la banda más externa, sobre suelos bastante aireados, se instala una comunidad abierta de *Suaeda vera*, *S. fruticosa*, acompañada de *Limonium* sps., *Plantago marítima* y otras.
- e) Praderas densas halófilas y subhalófilas supramareales, sobre sedientos muy variables, desde limosos o arcillosos hasta arcilloso-arenosos, dominadas por la presencia de *Juncus gerardi*, en las zonas de contacto con la pleamar, y de *J. maritimus* en las zonas más continentales y alejadas de las mareas, acompañados de *Halimione portulacoides*, *Glaux marítima*, etc., y de *Puccinellia marítima* en zonas de mucho pastoreo (1330).
- f) Carrizales y eneales de agua dulce, dominados por *Phragmites australis*.

Este es el esquema general de la vegetación en los estuarios de la zona de estudio, si bien su distribución espacial es un complejo mosaico de comunidades (Figura 2) y, por supuesto, las variaciones locales en cada estuario son muy importantes, por lo que en cada caso aparecen una gran cantidad de asociaciones diferentes, cuyo comportamiento ecológico es preciso conocer y analizar. Es importante señalar que la cartografía de la Directiva requiere una urgente actualización y profundización, ya que la escala general empleada es insuficiente para una gestión eficaz del territorio en algunos ámbitos, principalmente en las áreas de trazado lineal y escasa superficie relativa, como el litoral o los

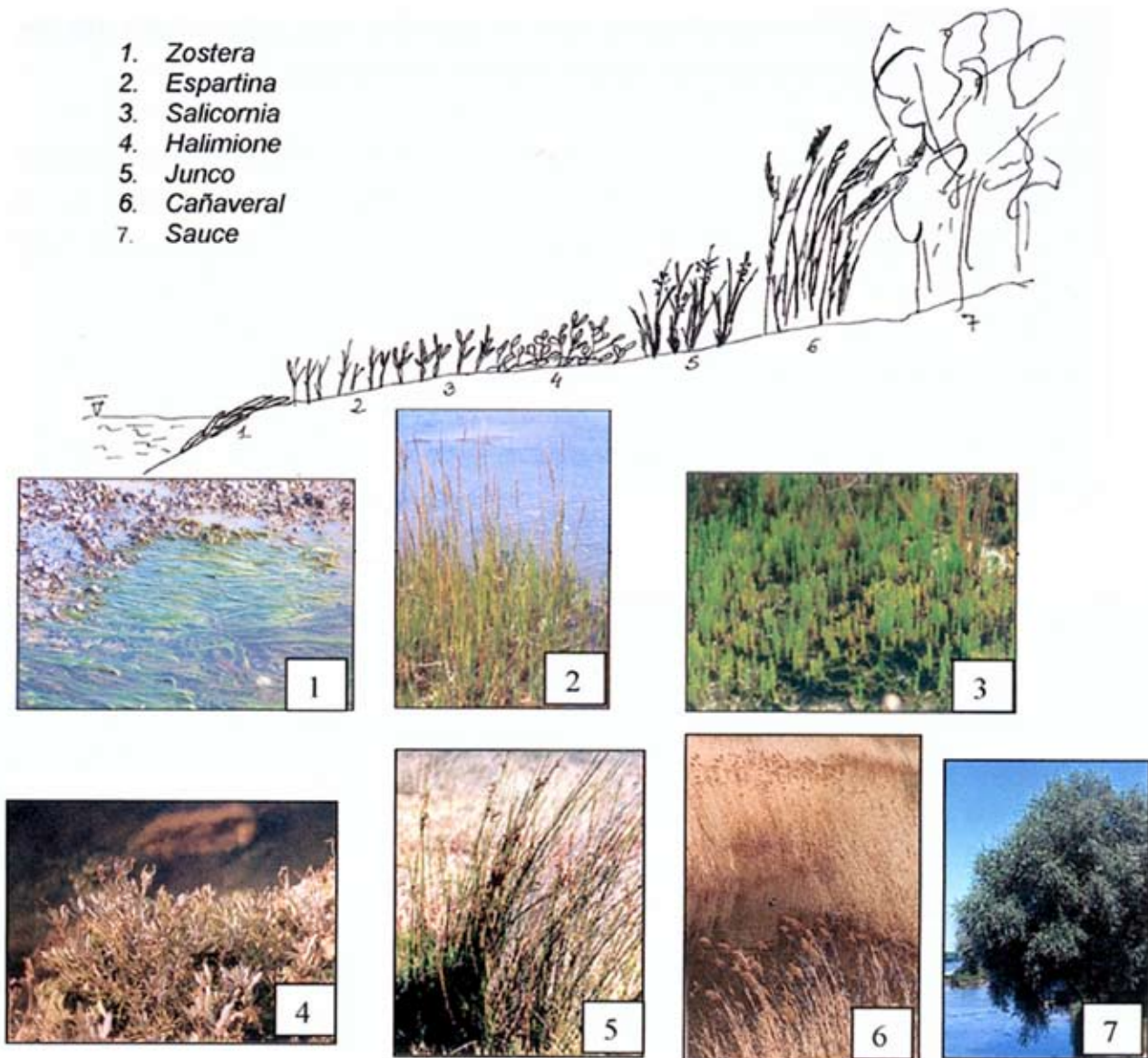


FIGURA 2: Esquema que representa la zonificación de la vegetación de estuario desde el ámbito marino hasta la zona supramareal y su integración en la vegetación terrestre continental.

FIGURE 2: Vegetation zoning of estuary from ocean to high tidal zone.

tramos fluviales.

Para otros fines, como por ejemplo la elaboración del Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) del Parque Natural de Santoña, se ha elaborado cartografía muy detallada, a escala 1:5.000, que es la más precisa que se ha realizado en todos los estuarios cántabros, si bien no se ha realizado una cartografía de asociaciones fitosociológicas (GARCÍA CORDÓN, 1985).

Al igual que se comentaba para las variables geológicas, es necesario realizar una síntesis de los distintos tipos de

cartografía generada, que se han obtenido en los distintos trabajos existentes, y transferirla a organismos de la administración que puedan utilizarla para optimizar su gestión.

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LOS ESTUARIOS

La problemática ambiental de los estuarios, y de todo el litoral cántabro, se ha debido a la combinación de dos factores esenciales. El primero, el desconocimiento de la

importancia ecológica de estos ecosistemas y de la función como ecotono que desarrollan entre el medio terrestre y el medio marino, canalizando materia, energía e información. El segundo, a la ausencia de la variable ambiental en el proceso de ocupación de la franja litoral y enfoque integral de la costa, así como de unos criterios específicos de ordenación para los municipios costeros, lo que ha puesto en riesgo las posibilidades de sostenibilidad de los ecosistemas litorales (CANTERAS et al., 2004).

Las consecuencias de esta falta de planificación integral y del reconocimiento de la importancia de los ecosistemas litorales se han visto agravadas por la fuerte presión antrópica ejercida sobre los mismos en las últimas décadas. Sin embargo, las actuaciones de ocupación de los estuarios se remontan a finales del Siglo XIX, cuando en España, y en general en Europa, se relacionaban los humedales con áreas poco salubres, asociadas a enfermedades transmitidas por mosquitos (paludismo, principalmente), por lo que existía una filosofía de relleno y destrucción de humedales que acarrió la destrucción del 90% de las áreas húmedas interiores españolas.

En el caso de los estuarios, el proceso de progresiva reducción superficial de los ambientes intermareales es, además una constante natural, como consecuencia de la dinámica propia de estos medios. Sin embargo, su evolución más reciente (histórica) ha estado dominada por la ocupación humana de estos espacios, como se comenta en el párrafo anterior, para utilizarlos en los usos más diversos, desde pastos extensivos, industria pesada, aeropuertos, zonas urbanas de alta densidad, etc. La superficie total original de las zonas estuarinas (incluyendo zonas intermareales, submareales, playas y dunas) del País Vasco y Cantabria tras la estabilización del nivel del mar, era de unos 171 km². En la actualidad esta extensión ha quedado reducida a unos 100 km² (incluyendo las dunas y playas), menos de 60% de la original, habiendo sido el resto objeto de relleno, desecación y aislamiento.

Estas intervenciones han tenido lugar esencialmente en los dos últimos siglos, aunque se tienen evidencias de su existencia al menos desde el siglo XVI. De la superficie funcional actual, el mayor porcentaje, aproximadamente un 60%, se corresponde con zonas submareales (canales fluviomareales y bahías), en muchos casos de escaso fondo y mantenidas a través de intensas labores de dragado, habiendo sido ocupadas la mayor parte de las zonas sujetas a la inundación periódica de la marea y una elevada proporción

de los ambientes dunares (RIVAS; CENDRERO, 1991).

En algunos estuarios, localizados principalmente en el País Vasco, las zonas intermareales han desaparecido por completo (Pasajes). La mayor parte de la superficie ocupada ha sido rellenada (60%) y se concentra en el entorno de los estuarios de mayor tamaño y mayor dinamismo económico, dedicada a usos urbanos y/o industriales.

La desecación es, por el contrario, el modo de actuación más extendido para conseguir suelo agrícola, en las zonas donde esta actividad es o fue dominante en algún momento. Las zonas aisladas corresponden a cierres realizados en épocas muy tempranas como consecuencia indirecta de la realización de infraestructuras viarias de carácter lineal (carreteras y ferrocarriles) (RIVAS; CENDRERO, 1993).

La práctica totalidad de las superficies aisladas, con distinto grado de consolidación, y un alto porcentaje de las desecadas, aquellas localizadas en las proximidades de zonas funcionales en la actualidad, tendrían una fácil reversibilidad hacia sus condiciones originales, como se ha puesto de manifiesto en zonas con características similares en un lapso temporal muy reducido y con un esfuerzo mínimo. Este tipo de reincorporación a la dinámica estuarina se ha estimado posible para aproximadamente un 30% de la superficie perdida, cuya restauración precisa de un diagnóstico exhaustivo de sus condiciones ambientales actuales como paso previo a la elaboración de planes de intervención y diseño de acciones concretas de restauración en cada uno de los casos (RIVAS et al., 1992; RIVAS et al., 1994).

Un problema importante en la actualidad es la realización de dragados y obras de modificación de cauces y escolleras, por la influencia que tienen en el sistema de corrientes del estuario, sistema muy complejo y de difícil control, por lo que se produce un desequilibrio en el balance sedimentario del estuario, observándose en algunos puntos de la costa problemas de erosión acelerada o, por el contrario, zonas de intensa sedimentación.

Todos estos problemas tienen un reflejo inmediato en las comunidades vegetales, que ven variar sus condiciones ambientales con gran rapidez. Añadido a este problema, se superpone la presencia de flora alóctona que se extiende con carácter de plaga, ocupando el nicho ecológico y espacial de las comunidades originales. Concretamente, la especie invasora *Bacharis hallimifolia* ha desecado importantes áreas en numerosos estuarios.

Es necesario citar el problema ocasionado por la contaminación en las aguas de los estuarios como otro

problema importante, ya que se están efectuando vertidos urbano-industriales sin depurar con elementos muy contaminantes y persistentes en bahías importantes, como por ejemplo la bahía de Santander, entre otras.

Como un interesante resumen de los problemas localizados en el entorno de los estuarios cantábricos, se presentan a continuación las conclusiones extraídas en un reciente estudio llevado a cabo por uno de los autores del presente artículo:

En la región autónoma de Cantabria, más del 85 % de su población vive en la franja costera, lo que se ha traducido en rellenos y desecaciones de zonas intermareales, vertidos directos industriales y urbanos a las rías y bahías, sobreexplotación de sus recursos pesquero y marisqueros, transformación del tapiz vegetal y en una profunda modificación de los usos tradicionales del suelo. Los siguientes datos tratan de sintetizar esta presión antrópica sobre el litoral de la costa cantábrica:

- Aproximadamente el 50 % de los ecosistemas de estuario han sido rellenados, ganándose suelo al mar para usos agropecuarios, residenciales, industriales y para infraestructuras del transporte.
- Los sedimentos de las rías de las cuencas que concentran industrias y núcleos de población importantes presentan concentraciones de metales pesados que pueden cuatriplicar los valores considerados normales o no contaminantes.
- En Cantabria, en el período comprendido entre el año 2001 y el 2003 se construyeron 33828 viviendas nuevas, el 94 % de las mismas en la franja costeras.
- El incremento del número de ejemplares de eucaliptos en el período entre 1972 y 2000 fue del 72 %, creando problemas de erosión en la cuenca que afectan gravemente a los estuarios, que sufren procesos acelerados de aterramientos.
- Los cambios del uso del suelo, los movimientos de tierra asociados a estos cambios y las modificaciones de los flujos de agua han favorecido el amplio desarrollo de especies foráneas, tales como la *Cortadeira seoane* y la *Bacharis halimifolia*, que compiten y desplazan a las especies autóctonas, provocando una disminución de la biodiversidad y un empobrecimiento del paisaje (CANTERAS et al., 2004).

Finalmente, cabe señalar que se están llevando a cabo medidas para paliar estos problemas, iniciándose incluso obras de restauración en determinados humedales, pero siguen existiendo importantes conflictos de uso del territorio en estos enclaves húmedos. Es por tanto

muy necesario continuar con el estudio del estado ambiental actual y la evolución sufrida por los estuarios, profundizar en la metodología de integración y análisis de información espacial a través de cartografía digital, e introducir sistemas de evaluación y control que permitan establecer sistemas de indicadores eficaces para ayudar a la administración en la difícil gestión de estos enclaves húmedos, de obligada conservación (FRANCÉS et al., 1990; FRANCÉS et al., 1992; RIVAS et al., 1994; RIVAS et al., 1994; CENDRERO et al., 2002; CENDRERO et al., 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEDO, C. *Estudio de la flora y vegetación de la comarca de S. Vicente de la Barquera*. 1985. 217 f. Tesina (Curso de Ciencias Biológicas) - Universidad de Oviedo, Oviedo, 1985.

AEDO, C. *La vegetación de la Ría de Villaviciosa*. Asturias: Consejería de Agricultura, 1986. 157 p. (Informe inédito).

ALONSO, J. L. et al. *Memoria de Hoja 1: 200.000 n° 2 : Cartografía Madna*. Madrid : Instituto Geológico y Minería de España, 1991. Escala: 1:200.000.

BARTOLOMÉ, C. et al. *Los tipos de hábitats en España: dirección general para la biodiversidad*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 2005. 287 p.

BLANCO, J. Algunas características del fitoplancton de Lorbé (Ría de Ares y Betanzos) en primavera. *Boletim Instituto Español Oceanografía* v. 2, n. 2, p. 17-26, 1985.

CAMERON, W. M.; PRITCHARD, D. W. Estuaries. In: HILL, M.N. (Ed.). *The Sea Interscience*. New York: Intersciences, p. 306-324, 1963.

CANTERAS, J. C.; LÓPEZ, S.; PARDO, J. Anthropic pressure on the Cantabrian Cost. *Journal of Maritime Research*, v. 1, n. 2, p. 65-82, 2004.

CENDRERO, A.; DÍAZ DE TERÁN, J. R.; SALINAS, J. C. Environmental-economic evaluation of the filling and reclamation processes in the bay of Santander, Spain. *Environmental Geology*, v. 3, p. 325-336, 1981.

CENDRERO, A. et al. Projeto Relesa-ELANEM: uma nova proposta metodológica de índices e indicadores para avaliação da qualidade ambiental. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Uberlândia, v. 3. n.1, p. 33-47, 2002.

_____. Indicators and indices of environmental quality for sustainability assessment in coastal areas: application to case studies in Europe and the Americas. *Journal of Coastal Research*, Fort Lauderdale, v. 19, n. 4, p. 919-933, 2003.

_____.; FRANCÉS, E.; DÍAZ DE TERÁN, J. R. Geoenvironmental units as a basis for the assessment, regulation and management of the earth's surface. In: CENDRERO, A.;

LÜTTIG, G.; WOLFF, F. C. (Eds.). *Planning the use of the earth's surface*. Alemania: Springer-Verlag, 1992, p. 199-234.

GARCÍA CORDÓN, J. C. et al. *Establecimiento de las bases para el plan de ordenación de los recursos naturales de la reserva natural de las marismas de Santoña y Noja*. Cantabria: Universidad de Cantabria, 1996. (Informe inédito).

- EDESIO, J. M. *Geomorfología fluvial y litoral del extremo oriental de Guipúzcoa (País Vasco)*. 1990. 2 v. Tesis (area de Hidrología) - Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 1990.
- FAIRBRIDGE, R. W. *Estuary: the encyclopedia of geomorphology*: Dowden: Hutchinson & Ross, p. 325 – 329, 1968.
- _____. The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: OLAUSSON, E.; CATO, Y. (Eds.). *Chemistry and biochemistry of estuaries*. London: Wiley and Sons, p. 1-16, 1980.
- FERNÁNDEZ, C.; CORT, J. L. Contribución al conocimiento de la fauna bentónica de la bahía de Santander. *Anuario Juan de la Cosa*, v. 9, p. 289-306, 1977.
- FERNÁNDEZ, E. et al. Clasificación geomorfológica de los estuarios cantábricos. In: REUNIÓN NACIONAL DE GEOMORFOLOGÍA, 8., 2004, Toledo. *Anais...Toledo: Sociedad Española de Geomorfología*, 2004, p. 319-328.
- FERNÁNDEZ, E.; MARQUÍNEZ, J. Zonación morfodinámica e incidencia antrópica en los estuarios de Tina Mayor y Tina Menor. *Revista Sociedad Geológica España*, v. 15, n.º 4, p. 141-156, 2002.
- FLOR, G. Los estuarios. In: ORTEA RATO, J. A. (Dir.). *Enciclopedia de la Naturaleza de Asturias*: VII. Oviedo: Universidad de Oviedo, p. 84-102, 1992.
- FRANCÉS, E.; AJA, J. J. La bahía de Santoña. In: *Guía de las zonas húmedas de la Península Ibérica y Baleares: amigos de la tierra*. Madrid: Miraguano, p. 29-41, 1986.
- FRANCÉS, E. Fauna y recursos. In: COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE CANTABRIA – UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. *Oyambre, Espacio Natural*. Santander: Estudio, 1986, p. 73-74.
- FRANCÉS, E. et al. Integrated study of natural park of Oyambre, Cantabrian coast, Spain, for land-use planning. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM OF LITHORAL, FRANCIA, 90., 1990, Francia. *Anais... Francia: EUROCOAST*, 1990, p. 380-384.
- _____. *Ordenación y restauración de espacios naturales singulares en el litoral cantábrico*. Madrid: Tecno-Ambiente, p. 49-55, 1992.
- GOBIERNO VASCO. Departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación. Estudio oceanográfico de la Ría de Mundaka. Espanha: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 1986.
- GONZÁLEZ LASTRA, J. R. Dinámica y zonación de ambientes sedimentarios de la ría de San Vicente de la Barquera (Cantabria) y su entorno. 1984. 180 f. Tesina (área de Sedimentação) - Universidad de Oviedo. 1984.
- HAYES, M. O. Morphology of sand accumulation in estuaries: an introduction to the symposium. En: CRONIN, L. E. (Ed.). *Estuarine Research*. Academic Press: New York, v. 3, p. 3-22, 1975.
- ORELLA, J. C. et al. La lista nacional de la directiva hábitats 92/43 CEE: metodología y proceso de elaboración. *Ecología*, v.12, p. 3-65, 1998.
- ORIVE, E.; SANTIAGO, J.; VILLATE, F. Variabilidad de algunos parámetros físicos y biológicos en la ría de Mundaca. *Cuadernos da Area de Ciencias Mariñas, Seminario de Estudos Galegos*, v. 1, p. 129-138, 1984.
- PÉREZ, L.; CANTERAS, J. C. Influence of tidal conditions and river volume on phytoplankton distribution and composition in de Pas estuary (Northern Spain). *Scientific Marine*, v. 54, n.1, p. 77-88, 1990.
- PRITCHARD, D. W. *Lectures on estuarine oceanography*. New York: Interscience, 1960. 154 p.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Asociación de Academias de la Lengua Española. RAE: diccionario panhispánico de dudas. Madrid: Santillana, 2005. 833 p.
- REGUERA, B. El fitoplancton de la Bahía de Santander. In: *Estudio oceanográfico de la Bahía de Santander para su ordenación y desarrollo*. Cantabria: Instituto Español de Oceanografía. 1982.
- RIVAS, V.; CENDRERO, A. Use of natural and artificial accretion on the north coast of Spain: historical trends and assessment of some environmental and economic consequences. *Journal of Coastal Research*, Fort Lauderdale, v. 7, n. 2, p. 491-507, 1991.
- _____.; FRANCÉS, E.; CENDRERO, A. Uso de mapas geoambientales para el diseño de planes de recuperación de áreas degradadas. In: CONFERENCIA COLOMBIANA DE
- GEOLOGIA AMBIENTAL, 2., 1992, Colombia. *Memoria del 2. Simposio Latinoamericano del 2. Simposio Latinoamericano de Riesgo geológico urbano*. Colombia: Pereire, 1992, p. 343-355.
- _____.; CENDRERO, A. Transformación de espacios naturales litorales en espacios humanizados: ciudad y territorio. *Estudios Territoriales*, Madrid, v. 98, p. 533-552, 1993.
- _____. et al. Conservation and restoration of endangered coastal areas: the case of small estuaries in northern Spain. *Ocean and Coastal Management*, Holanda, v. 23, p. 129-147, 1994.
- VIADA, C. (Ed.). *Áreas Importantes para las aves en España*. 2. ed. Madrid: SEO/Birdlife. 1998. 398 p. (Monografía n. 5).