

EL COMPONENTE BIOCLASTICO CARBONATADO EN LA SEDIMENTACION ARENOSA DEL ESTUARIO DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS, NO DE ESPAÑA)

G. FLOR, J. A. ORTEA Y M^a J. RODRIGUEZ

TRABAJOS DE
GEOLOGIA



Flor, G.; Ortea, J. A.; y Rodríguez, M^a J. El componente bioclástico carbonatado en la sedimentación arenosa del estuario de Villaviciosa (Asturias, NO de España). *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 20, 129-156.

Se estudian los bioclastos carbonatados del sedimento arenoso en el estuario de Villaviciosa como componente mineralógico fundamental, además del cuarzo, determinándose los grupos biológicos: bivalvos, gasterópodos, crustáceos (balanos), equinodermos, anélidos tubícolas, algas calcáreas y un cortejo menos numeroso de organismos y restos microscópicos (briozoos, foraminíferos, espículas de esponjas) y las especies principales contribuyentes al sedimento, que permitan establecer los hábitats más característicos de los mismos y, consecuentemente, las diferentes influencias marina y fluvial. Los ambientes mejor representados son los acantilados extraestuarinos (áreas supra, inter y submareal rocosas), siendo los balanos y el equinodermo *Paracentrotus lividus* los más sensibles por su mayor abundancia dentro de dichas áreas, la playa arenosa submareal y el propiamente estuarino (fondos arenosos, llanuras fangosas: *Peringia ulvae*, llanuras zosteriales, etc). Los bioclastos de procedencia acantilada constituyen el volumen mayoritario, siendo la mecánica del oleaje mucho más efectiva en la fragmentación y desgaste de los restos biogénicos. Los de origen estuarino son minoritarios debido a que los procesos transgresivos, responsables del relleno sedimentario estuarino, así como el menor poder abrasivo de las corrientes mareales dentro del estuario, favorecen el enterramiento de los restos biógenos de ese estuarino, contribuyendo escasamente a la fracción arenosa bioclástica.

Palabras clave: bioclastos, estuario, sistema acantilado/plataforma de abrasión, Villaviciosa, N España.

Carbonate bioclasts in the sandy fraction of the estuarine sediments of Villaviciosa are studied, being those and siliciclastic fraction the most important mineralogic components. Biological groups: bivalves, gastropods, barnacles, echinoderms, worms, and calcareous algae and a broad set of microscopic organisms (briozoans, foraminifers, and spicules of sponges) and the main species supplying to the sandy sediment are determined, which allows to establish the more characteristic habitats of those organisms and, consequently, the marine and fluvial influences. Main habitats are: exposed cliff/abrasion platform system (back, inter and subtidal rocky bottoms), which is the most important area, being the barnacles and the echinoderm *Paracentrotus lividus* the more sensitive organisms in that system, offshore sandy beach and estuary (sandy bottoms, muddy flats: *Peringia ulvae*, Zosterial flats, etc). The bioclasts from the exposed cliff/abrasion platform system constitute the main sedimentary volume and wavy action in the influenced beach area is very effective in the fragmentation and rounding of the biogenic debris. Estuarine biogenic debris contribute scarcely due to the minor abrasive power of the tidal currents and because the transgressive processes responsible of the estuarine sedimentary infill help to the biogenic burial.

Key words: bioclasts, estuary, cliff/abrasion platform system, Villaviciosa, N Spain.

Germán Flor, Departamento de Geología, Universidad de Oviedo, 33005 Oviedo. Jesús Ángel Ortea, Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo, 33071 Oviedo. María J. Rodríguez, Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo, 33071 Oviedo. Manuscrito recibido el 20 de julio de 1994; revisado el 10 de enero de 1995.

INTRODUCCION

El tipo de estudios realizado sobre este componente bioclástico en áreas costeras ha girado en torno a diversos aspectos: distribución textural, grado de desgaste, composición mineralógica, procedencia, variedad biológica, transporte sedimentario, diagénesis (Chave, 1962; Pilkey, 1964; Folk y Robles, 1964; Giles y Pilkey, 1965; Pilkey *et al.*, 1967; Siesser, 1971; Carter, 1982; Pyökäry y Lehtovaara, 1987).

Así como en mares de aguas cálidas, las arenas y gravas del borde costero y la plataforma continental están compuestas mayoritariamente por carbonatos biogénicos, también en aguas frías de altas latitudes se han documentado sedimentos ricos en carbonatos (Chave, 1967; Lees y Buller, 1972; Nelson y Bornhold, 1984; Zeigler *et al.*, 1984; Nelson, 1988). Hoy en día los numerosos trabajos realizados en aguas frías y templadas, en la que se encuadra la costa cantábrica, permiten contemplar como perfectamente normal el hecho de la gran abundancia, aunque sea localmente, de carbonatos bioclásticos en los sedimentos sueltos.

La mayor parte del sedimento arenoso está constituida por una mezcla variable de componentes mineralógicos de cuarzo y carbonato bioclástico; el primero procede de la erosión de la propia cuenca hidrográfica estuarina, de la deriva costera desde áreas más occidentales, de la erosión de los acantilados en este área de areniscas, limolitas y conglomerados cuarcíticos del Jurásico, y del lavado de los sedimentos de la plataforma continental durante los procesos transgresivos pleistocenos y holocenos, sin que se pueda establecer, por el momento, la proporción relativa de cada contribución.

El componente carbonatado bioclástico representa la propia aportación del medio costero y, en este caso que nos ocupa, una porción es suministrada por el estuario a la mineralogía del sedimento. Así como los sedimentos siliciclásticos tienen una larga historia evolutiva hasta su sedimentación, el componente bioclástico re-

presenta, en la mayor parte de los casos, el componente sedimentario más joven (Pilkey *et al.*, 1967).

La proporción entre los componentes carbonatado bioclástico y siliciclástico informa, en primera instancia, de la resultante del transporte sedimentario consecuencia de la actuación de la corriente costera, considerada ésta como la integral de flujo de los agentes dinámicos mayores en este área: corriente oceánica, derivas del oleaje y fuerza del viento sobre la superficie del agua. El movimiento sedimentario paralelo a la línea de costa, que en el Cantábrico tiende a una trayectoria dominante hacia el E (Flor, 1978), queda interrumpido en los ambientes estuarinos, donde la morfología alargada en dirección perpendicular a la costa y los flujos y reflujos mareales determinan los transportes según esas mismas componentes dinámicas. También se deducen los fenómenos de afloramiento costero («upwelling»), aportaciones de los diferentes hábitats a los sedimentos arenosos costeros y edad relativa de campos arenosos eólicos (Flor, 1977, 1978 y 1979; Flor *et al.*, 1983; Agirrezabala y Flor, 1988).

Para Keary (1967) y Flor (1977), las playas sometidas a un alto grado de exposición soportan mayores porcentajes bioclásticos carbonatados; esto, no obstante, debe ser matizado, ya que solamente en sectores con una media bioclástica similar, las playas más expuestas tienen cifras más altas. Otras muy expuestas tienen promedios muy bajos debido a la dependencia estrecha con los suministros siliciclásticos fluviales (por ejemplo, la playa de Xagó respecto al río Nalón en Asturias).

Los bioclastos introducidos en los sedimentos arenosos son producidos en el propio medio costero, originándose dentro de los diferentes hábitats (Pilkey, 1964). El tipo de sustrato (textura del sedimento) en que viven los organismos es mucho más importante que la profundidad a la que se encuentran (Brambati y Zuchi, 1969) o como se determinó en la playa de San Pedro de Antromero (muy poco expuesta al oleaje y corriente costera) para diferentes especies ac-

tuales que viven en la superficie intermareal (Flor *et al.*, 1979), aun cuando son propias de la plataforma continental, playa submareal y estuarios.

En las costas surorientales de Inglaterra, los bioclastos de playa son predominantemente de moluscos y llegan a cifras muy variables con máximos de hasta el 85%; también son importantes balanos, briozoos, equinodermos, espículas de esponjas, algas incrustantes y decápodos (Merefield, 1984). Schäfer (1972), a partir de gasterópodos de la porción meridional del Mar del Norte, define cinco hábitats distintos. En una costa acantilada como la cantábrica, y en orden de importancia, los organismos son fundamentalmente moluscos, seguidos de balanos y equinodermos los cuales proceden del sistema de acantilado/plataforma de abrasión (supra, inter y submareales rocosos) fundamentalmente, submareal arenoso, estuarios y plataforma interna (Flor *et al.*, 1982).

Los componentes faunísticos del material costero son idénticos a los examinados en estuarios; las arenas marinas son transportadas aguas arriba y su modelado es heredado de la playa, produciéndose disoluciones del carbonato cuando el aporte marino decrece hacia la cola estuarina (Merefield, 1984). También Keary (1967), en Irlanda, opina que la disminución del contenido carbonatado hacia el interior de los estuarios estaría en relación directa con procesos de disolución del componente carbonatado biogénico por el agua dulce. Aunque este hecho es incuestionable no se debe achacar la falta de bioclastos en las áreas de cola estuarina exclusivamente a este fenómeno, ni tampoco la reducción en la diversidad de especies capaz de aportarlos ni por la propia naturaleza del medio que impida su incorporación al sedimento. Los procesos de transporte estuarino de arenas expuestas, que penetran en el estuario durante el lento relleno transgresivo, suponen una disminución del componente bioclástico hacia las áreas de cola.

Un aspecto aun no suficientemente estudiado en nuestra región, pero que se ha iniciado recientemente con la obtención de unos primeros

resultados de gran interés (Fernández-Valdés, 1993; Fernández-Valdés *et al.*, 1994), es el papel que ha jugado el último ciclo eustático sobre la producción de grandes volúmenes de sedimentos bioclásticos, actualmente alojados, principalmente, a lo largo y ancho de la plataforma continental, y su removilización con la introducción probable de parte de los mismos en la dinámica activa del borde costero.

En este trabajo se hace especial hincapié en la distribución superficial de los bioclastos carbonatados del estuario de Villaviciosa (relación entre los componentes carbonatado y siliciclástico), como parámetro que informa de la resultante entre las influencias fluvial y marina, así como las áreas con diferente nivel energético; por otra parte, determinar la variedad biológica, con una atención mayor en la identificación a nivel específico de los organismos, particularmente de aquellos indicadores de ambientes y subambientes, y su grado de aportación al entorno estuarino y, en particular, evaluar el de procedencia estuarina.

Estudios detallados previos de estas características en estuarios asturianos fueron llevados a cabo en el Eo, constatándose una disminución aguas arriba del porcentaje carbonatado bioclástico total y la presencia de grupos biológicos procedentes de los ámbitos acantilados extraestuarinos (Encinar, 1982; Encinar y Flor, 1983; Flor *et al.*, in litt.), los cuales sirven de referencia para avanzar en el conocimiento de este elemento sedimentario y el tipo de información que ofrece. Por lo que respecta al estudio del macrobentos como contribuyente neto de bioclastos, los trabajos previos en el estuario de Villaviciosa se deben a Ortea (1975-76; 1977), Ortea y Llera (1974) y Flor *et al.* (1996).

SITUACION

La ría de Villaviciosa está situada en el área centro-oriental de Asturias (NO de la península Ibérica, Golfo de Vizcaya), desarrollándose sobre materiales limolíticos pérmicos, que forman el vaso del valle excavado, y calcáreos jurásicos

aflores en los márgenes, y todos ellos afectados por una gran fractura NE-SO, que es el factor pasivo determinante para que el eje estuarino se alinee en esa misma dirección (Fig. 1). Posteriormente, se ha rellenado por sedimentos pleistocenos y holocenos.

Su cuenca hidrográfica reducida (160 km²), con caudales fluviales también bajos, favorece que las aguas dulce y salada determinen una mezcla estuarina de tipo total o verticalmente homogénea (Vázquez Argüelles, 1974; Flor *et*

al., 1996). Las mareas son semidiurnas con rangos variables desde micro (<2,0 m) a macromareas (>4,0 m) con una frecuencia media anual del 73% dentro de la categoría de mesomareas (entre 2,0 y 4,0 m). Los vientos más importantes en el emplazamiento de las dunas asociadas a la playa expuesta y a las estuarinas tienen un componente NO, que, a su vez, crean durante las pleamares un oleaje interno que modela las estrechas bandas de playa estuarina en el área de la bahía arenosa.

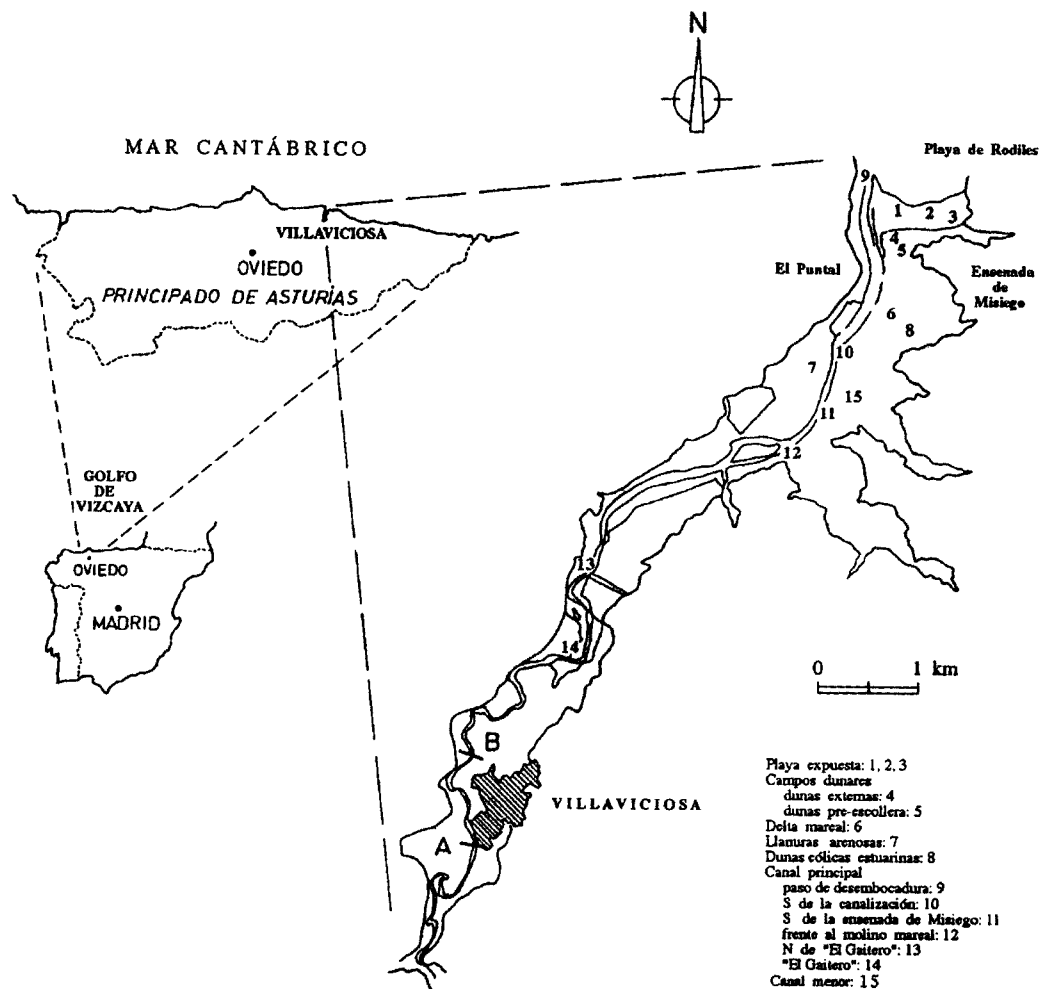


Fig. 1.— Situación del estuario de Villaviciosa dentro de la región asturiana y de las muestras escogidas para el conteo de los individuos biofósiles que sirvieron de base para la clasificación de grupos y especies a través de los tamizados granulométricos. Los puntos A y B representan el límite superior hasta el que llega la onda mareal durante mareas vivas y muertas, respectivamente, dentro del área morfológica del canal meandriforme superior.

Desde la desembocadura (paso) hasta el límite más interno (cola) al que llegan las pleamares vivas, el estuario se puede dividir longitudinalmente (Fig. 2) en cuatro zonas morfológicas mayores (Flor *et al.*, 1996):

- *Complejo de desembocadura*, en el que se diferencian varias unidades morfo-sedimentarias: barrera arenosa confinante (playa y dunas eólicas de Rodiles: externa, más moderna, e interna, anterior a la construcción de la escollera), paso de desembocadura («inlet») o tramo externo del canal principal y barra de desembocadura, situado en el extremo distal del paso sobre la playa submareal.
- *Bahía arenosa*: constituida por el canal principal, delta de flujo mareal, lóbulo horquillado («spillover lobe»), llanuras arenosas, playas estuarinas, dunas eólicas internas, y canal secundario.
- *Llanuras fangosas*, representadas por llanuras mareales, mayoritariamente reclamadas (antropizadas) con una colonización vegetal compleja que se estratifica topográficamente desde algas verdes *Enteromorpha* y gramíneas de *Zostera* a

tipo marisma, surcadas por el canal principal y canales menores y mareales.

- *Canal meandriforme superior*, que es la porción estuarina más interna, con una dinámica fluvial dominante, reduciéndose a un canal meandriforme en cuyos costados se extienden antiguas llanuras fangosas activas durante el máximo flandriense.

METODOLOGIA

Se recogieron un total de 222 muestras superficiales, algunas procedentes de trabajos anteriores (Vázquez Argüelles, 1974), mayoritariamente arenosas, debido a que los sedimentos fangosos apenas contienen restos biogénicos incorporados a su litología, salvo concentraciones de restos más o menos conservados en niveles discretos.

Se han considerado aquellos ambientes arenosos más importantes: playas y dunas eólicas asociadas, tanto de las áreas expuestas (barrera arenosa confinante) como de las estuarinas internas, canal principal en diferentes tramos en tránsito longitudinal hasta su conexión con el canal propiamente fluvial, un canal menor, el

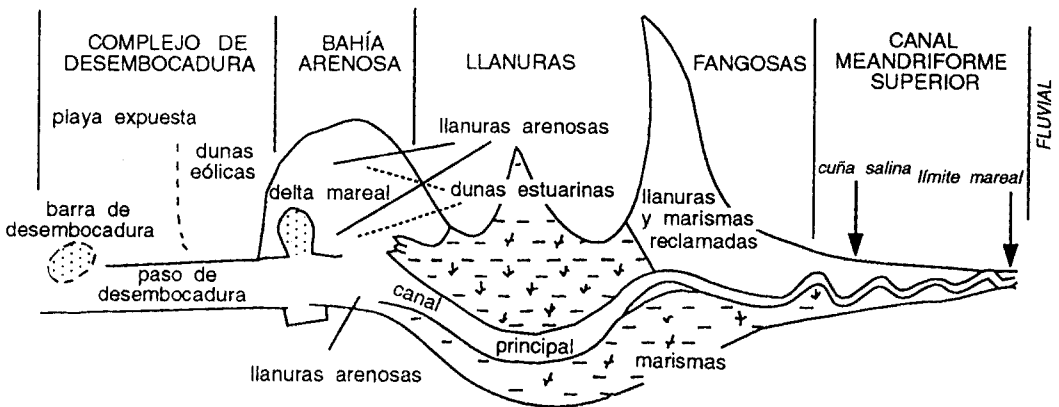


Fig. 2.- Zonación morfológica longitudinal. Desde la desembocadura hasta la cola, se separan cuatro áreas principales: complejo de desembocadura, bahía arenosa, llanuras fangosas y canal meandriforme superior (Flor *et al.*, in litt.). Tanto el complejo de desembocadura como la bahía arenosa son las áreas estuarinas donde se sedimentan las fracciones arenosas, así como por los canales menores y mareales que drenan las amplias superficies de fangos mareales y marismas.

delta mareal de flujo, perfectamente extrapolable a la barra horquillada («spillover lobe»), y llanuras arenosas. Se ha centrado mejor la atención en el canal principal como unidad a través de la cual se produce el intercambio energético y sedimentario principal fluvial y marino; de este modo, se podrá establecer la transición sedimentaria entre las dominancia de ambas influencias extremas (Fig. 1).

Se procedió a determinar el porcentaje de carbonato (de origen exclusivamente bioclástico) por el método volumétrico (calcímetro de Bernard) a partir de la muestra total. Las arenas se tamizaron a intervalos de 0,5 ϕ , determinándose los parámetros texturales: media, clasificación y asimetría de Folk y Ward (1957) como los más representativos. Se calcularon las medias aritméticas de cada ambiente y de las 14 muestras mencionadas.

Se separaron, en primer lugar, los restos bioclásticos de los insolubles y, dentro de los primeros, los grupos principales: bivalvos como mayoritarios, así como gasterópodos, equinodermos, crustáceos, algas calcáreas, poliquetos tubícolas y microfauna (foraminíferos, briozoos, ostrácodos y espículas de esponjas); posteriormente, se clasificaron a nivel de especie, incluyendo los de difícil asignación bajo la categoría de indeterminados.

En muestras elegidas al azar de los ambientes representativos del estuario (un total de 14: 3 en la playa intermareal y una por cada uno de los restantes), se procedió al conteo de bioclastos sobre un conjunto de 100 individuos en cada uno de los tamizados; en el caso de la playa, se han promediado los resultados.

Además, se han tenido en cuenta los datos aportados en trabajos anteriores y se ha confeccionado una relación de las especies más significativas en los diferentes entornos mayores: sistema acantilado/plataforma de abrasión, playa arenosa submareal y estuario. Muchas de ellas no se han contabilizado en los análisis por su ausencia material, pero se incluyen como información complementaria, necesaria para comprender la complejidad

biogénica de los bioclastos en el sedimento arenoso estuarino.

CARACTERISTICAS TEXTURALES Y COMPOSICION

Se han diferenciado las unidades morfosedimentarias de naturaleza arenosa más importantes en este estuario (Fig. 2) y el canal principal se ha subdividido en una serie de segmentos longitudinales, desde el paso de desembocadura hasta la cola estuarina. La barra arenosa confinante está representada por la playa expuesta (zonas inter y supramareal) y dos conjuntos de dunas yuxtapuestas, el interno cuyas dunas se formaron con anterioridad a la canalización el año 1934. En el interior del estuario (bahía arenosa), se separan las tres unidades con mayor representación areal: llanuras arenosas, delta mareal y dunas eólicas estuarinas.

En la Tabla I, se recogen las medias granulométricas de los parámetros texturales, así como el contenido carbonatado bioclástico. Los tamaños medios máximos se registran en el área interna del canal principal, signo evidente de la mayor influencia fluvial, mientras que en los entornos de la bahía arenosa son comparativamente más finos, más aún en los diferentes campos dunares y llanuras arenosas. La clasificación se revela en este estuario como un parámetro muy sensible, marcando las transiciones, a través del canal principal, entre la influencia marina (mejor calibrado) y fluvial (cifras peores o más altas). Así como las curvas tienen un marcado signo negativo a lo largo de dicho canal principal, los restantes ambientes considerados se mueven también en cifras negativas, pero muy próximas a la curva ideal. Los carbonatos bioclásticos muestran dos tendencias que no coinciden necesariamente; por una parte, cuanto mayor es el tamaño medio más alto es el porcentaje de este componente mineralógico (paso, playa y delta mareal); por otra, el contenido bioclástico carbonatado decrece paulatinamente desde la desembocadura hasta la cola en que el sedimento es exclusivamente siliciclástico o de

gravas y cantos de naturaleza calcárea, procedentes del sustrato jurásico y pérmico de la cuenca hidrográfica.

DISTRIBUCION CARBONATADA

La representación del contenido carbonatado bioclástico de la totalidad de las muestras en un mapa superficial de tendencias (Fig. 3) proporciona información acerca de dos aspectos fundamentales. Por una parte, la relación estrecha entre este componente y el nivel energético, de forma que, por lo general, cuanto mayor es la energía en un área determinada el contenido carbonatado se incrementa, repar-

tiéndose, así, los máximos concentrados en la franja alta intermareal de la playa expuesta. Esta correlación no es válida para las áreas con mayor influencia fluvial y escaso contenido bioclástico.

Por otra parte, la variación longitudinal desde las áreas de desembocadura a las más internas, con una disminución paulatina del contenido bioclástico en ese sentido, informa de las influencias marina y fluvial, en lo que a dinámica y sedimentación se refiere. La mayor influencia marina en las áreas externas se va sustituyendo, aguas arriba o hacia la cola estuarina, por las descargas fluviales, mayoritariamente siliciclásticas. En superficie, se identifica una banda ne-

TABLA I. Valores medios de los parámetros granulométricos más representativos: media, clasificación y asimetría, así como del componente carbonatado bioclástico de los ambientes principales de naturaleza arenosa: canal principal con los tramos más importantes en sentido longitudinal, el delta mareal, llanuras arenosas y dunas estuarinas. así como el sistema confinante de playa y dunas eólicas asociadas (externas e internas)

| Unidad morfo-sedimentaria | Tamaño medio (ϕ) | Tamaño medio (mm) | Clasificación (ϕ) | Asimetría | Carbonatos bioclásticos (%) |
|---------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
| CANAL PRINCIPAL | | | | | |
| Paso | 1,70 | 0,31 | 0,37 | -0,07 | 42,85 |
| N Bahía | 1,70 | 0,31 | 0,36 | -0,19 | 39,62 |
| S Bahía | 1,52 | 0,36 | 0,53 | -0,27 | 23,68 |
| N Llanuras | 1,60 | 0,33 | 0,76 | -0,16 | 13,58 |
| S Llanuras | 1,05 | 0,48 | 0,86 | -0,13 | 1,68 |
| Cola | 0,02 | 1,00 | 1,45 | -0,17 | - |
| Delta mareal | 1,76 | 0,29 | 0,34 | -0,07 | 44,03 |
| Llanuras arenosas | 1,96 | 0,26 | 0,35 | -0,05 | 37,37 |
| Dunas estuarinas | 1,95 | 0,26 | 0,45 | 0,00 | 44,49 |
| Playa expuesta | 1,61 | 0,33 | 0,42 | -0,03 | 53,32 |
| Dunas externas | 2,01 | 0,25 | 0,32 | -0,07 | 24,82 |
| Dunas internas | 2,00 | 0,25 | 0,31 | -0,01 | 22,36 |

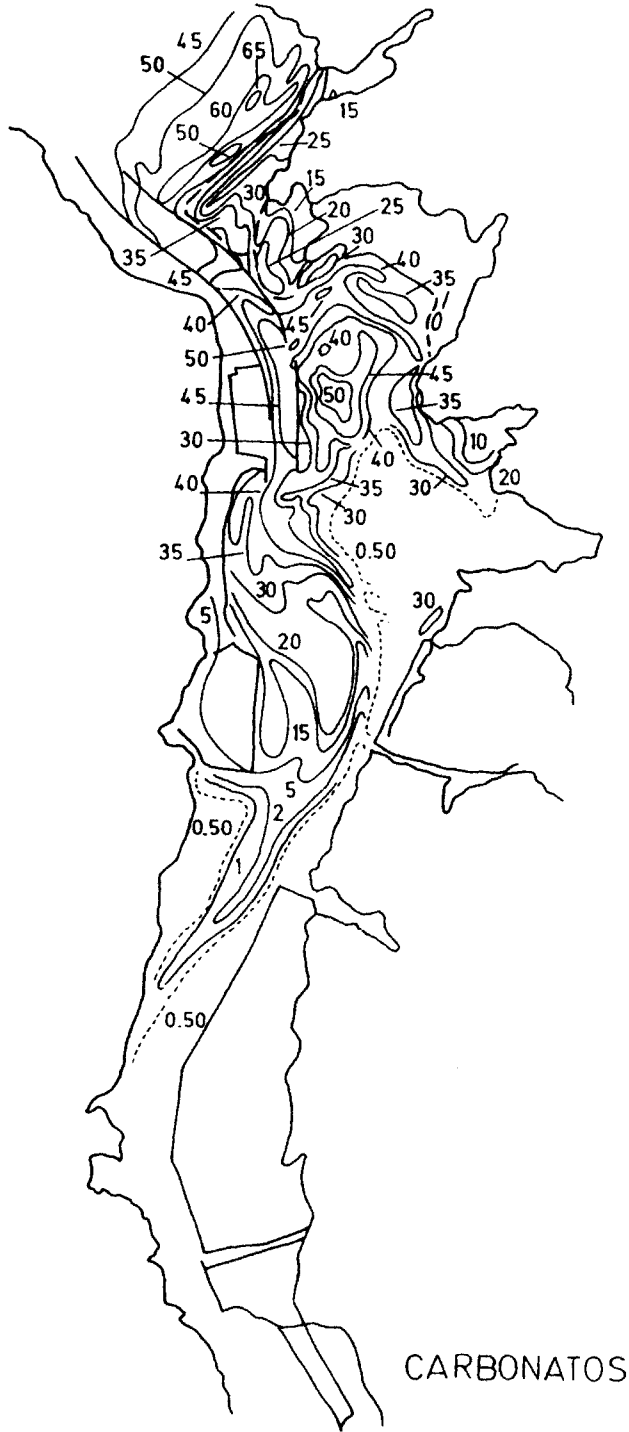


Fig. 3.— Mapa de isólinas superficiales del contenido carbonatado bioclástico en el estuario de Villaviciosa.

ta de mínimos carbonatos que cruza oblicuamente (E-O) el eje estuarino (NE-SO) en el límite de la bahía arenosa con las llanuras fangosas mareales; esta disposición está en relación directa con el efecto de la aceleración de Coriolis sobre la dinámica general, por el cual se produce una entrada de masas de agua y material arenoso costero más bioclástico por el borde occidental y la descarga siliciclástica fluvial por el oriental.

Los máximos porcentajes bioclásticos aparecen en la playa intermareal expuesta (máximo de todas las muestras estudiadas), seguidos por este mismo orden: paso de desembocadura, canal secundario, delta mareal, llanuras arenosas y dunas del bancal arenoso. Las restantes dunas eólicas (dunas de postplaya expuesta, de la bahía arenosa y de meandro) tienen porcentajes más bajos que las unidades adyacentes de las que proceden (playa expuesta, llanuras arenosas y barra arenosa de meandro, respectivamente). Otras áreas relativamente menos energéticas, como el canal principal en la bahía arenosa, llanuras arenosas internas, canal menor y tramo del canal principal en las llanuras fangosas (mínimo total) presentan bajos porcentajes carbonatados por la menor influencia marina o la mayor influencia fluvial.

VARIEDAD BIOLÓGICA

La distribución de organismos suministradores de fragmentos exclusivamente carbonatados en nuestra costa depende estrechamente de los condicionantes geomorfológicos: costa acantilada entre la que se abren playas de bolsillo («pocket beaches», con dimensiones generalmente inferiores a 1 km) y estuarios, del clima atlántico (templado-húmedo), de la dinámica costera (corriente costera, deriva de playas, circulación estuarina, deflación eólica, etc) y de la historia reciente en conexión directa con las fluctuaciones eustáticas.

La realidad biológica del entorno estuarino (plataforma continental interna, acantilados circundantes, sistema de playa/dunas eólicas con-

finantes y del propio estuario) está representada por numerosas comunidades y especies que difícilmente pueden evidenciarse en un estudio tan específico como el que se pretende en esta investigación.

Muchas especies, algunas muy representativas por su gran abundancia, no están reflejadas en los contajes de las muestras de modo que para una mejor comprensión de dicha realidad biogénica se incluya una relación de aquellas más importantes en los sistemas acantilados, playa expuesta y estuario (Tabla II) susceptibles de contribuir como bioclastos de forma destacada al sedimento arenoso. No se han incluido aquellas especies mayoritarias ya contempladas en los contajes: *Paracentrotus lividus*, *Tellina tenuis*, *Cerastoderma edulis*, *Echinocardium cordatum*, *Modiolus modiolus*, *Peringia ulvae* y *Bittium reticulatum*.

A partir de las muestras arenosas seleccionadas, se ha confeccionado la Fig. 4, en la que se tienen en cuenta los porcentajes del carbonato biogénico total y el de los grupos biológicos más importantes. Atendiendo a las proporciones entre ellos, se separan varios conjuntos:

Los bivalvos y gasterópodos representan, en prácticamente la totalidad de los casos, más del 30%. Los crustáceos cirrípedos (balanos: *Chthamalus* spp), que constituyen un grupo con un significado muy sensible (proceden del intermareal superior acantilado) varían entre el 10 y 30%, disminuyendo desde la playa (máximo) a las áreas internas del canal principal (mínimo). Equinodermos y algas calcáreas (*Lithophyllum incrustans*, fundamentalmente, y *Lithotamnium calcareum*) mantienen más o menos constantemente sus proporciones alrededor del 10%. Los tubos de poliquetos (serpúlidos: *Serpula vermicularis* e *Hydroides norvegica*) muestran una gran variabilidad: 10-20%, con máximos en el paso de desembocadura, disminuyendo hacia el tramo interno del propio canal principal; son importantes en el delta mareal y dunas del meandro. En la playa y dunas asociadas del complejo de desembocadura, llanuras arenosas y dunas del bancal, al-

canza los valores mínimos. El conjunto de organismos microscópicos tienen un mayor peso en áreas con menor energía: dunas del bancal y llanuras arenosas.

Son generalmente los bivalvos y gasterópodos y dentro de ambos los que presentan esque-

letos más gruesos los que tienden a dar bioclastos muy aplanados (discos y hojas) y a mostrar bordes muy desgastados y superficies muy pulidas, lo que permite su inclusión como indeterminados. Este promedio de indeterminados aumenta al decrecer el tamaño de grano, así como

TABLA II. Relación de las especies de organismos más importantes susceptibles de suministrar bioclastos al entorno costero de la ría de Villaviciosa. No se incluyen las detectadas en los análisis

| Hábitat | Grupos | Especies |
|--|--------------|-------------------------------|
| Acantilado/Plataforma de abrasión | | |
| Supramareal rocoso | Gasterópodos | <i>Littorina neritoides</i> |
| Intermareal superior rocoso | Gasterópodos | <i>Littorina saxatilis</i> |
| Intermareal superior-medio rocoso | Gasterópodos | <i>Patella vulgata</i> |
| Intermareal medio | Gasterópodos | <i>Patella intermedia</i> |
| Intermareal medio | Gasterópodos | <i>Monodonta lineata</i> |
| Intermareal medio | Gasterópodos | <i>Gibbula umbilicalis</i> |
| Intermareal medio | Gasterópodos | <i>Gibbula pennanti</i> |
| Intermareal medio-inferior | Bivalvos | <i>Mitylis edulis</i> |
| Intermareal medio-inferior | Gasterópodos | <i>Gibbula cineraria</i> |
| Intermareal medio-inferior | Gasterópodos | <i>Hinia incrassata</i> |
| Intermareal inferior | Gasterópodos | <i>Patella ulyssiponensis</i> |
| Intermareal inferior | Gasterópodos | <i>Barleeia rubra</i> |
| Playa expuesta | | |
| Submareal arenoso | Bivalvos | <i>Donax vittatus</i> |
| | Bivalvos | <i>Parvicardium exiguum</i> |
| | Bivalvos | <i>Maetra corallina</i> |
| | Gasterópodos | <i>Hinia reticulata</i> |
| Estuario | | |
| Submareal rocoso | Bivalvos | <i>Anomia aephippium</i> |
| Submareal rocoso | Bivalvos | <i>Gregariella barbatella</i> |
| Inter y submareal arenoso | Bivalvos | <i>Solem marginatus</i> |
| Inter y submareal arenoso | Bivalvos | <i>Venerupis aureus</i> |
| Zosterial y algal intermareal | Gasterópodos | <i>Littorina littorea</i> |
| Intermareal rocoso | Gasterópodos | <i>Littorina obtusata</i> |
| Inter y submareal rocoso | Bivalvos | <i>Crassostraea angulata</i> |
| Llanura fango-arenosa | Bivalvos | <i>Lucina lactea</i> |
| Llanura fangosa | Bivalvos | <i>Scrobicularia plana</i> |

el porcentaje de moluscos (Falls y Textoris, 1972).

A partir de las Tablas III (1-12), en la que se muestran los contajes de grupos y especies efectuados a lo largo de los intervalos granulométricos, y la IV en que se reseñan sus hábitats más característicos, se han separado aquellos grupos y especies indicadoras más sensibles en cuanto a la información que ofrecen sobre los hábitats más significativos (Tabla V). Entre los grupos destacan las algas calcáreas y poliquetos tubícolas (inter y submareal rocoso), balanos (intermareal superior rocoso) y espículas de esponjas (submareal rocoso), todos ellos derivados del área acantilada extraestuarina.

Por lo que respecta a las especies más sensibles con un hábitat similar al apuntado para los grupos anteriores: *Paracentrotus lividus*, *Aci-*

nopsis cancellata y *Hiatella arctica* (inter y submareal rocoso). *Tricolia pullus* y *Massotia lactea* (intermareal rocoso), y *Pododesmus squamula* (submareal rocoso). Además, *Tellina tenuis* procede de fondos de arenas finas del intermareal inferior y de la porción somera submareal de la playa expuesta.

Entre las especies estuarinas, caben destacarse: *Cerastoderma edule* y *Echinocardium cordatum* propias de sustratos arenosos, si bien este último también habita en la plataforma continental, aunque es muy probable que la barrera que impone el rompiente dinámico del oleaje sobre la playa expuesta limite las aportaciones desde aquélla. *Peringia ulvae* es característica de las llanuras fangosas estuarinas. *Bittium reticulatum* vive en fondos rocosos y algales del estuario y *Modiolus modiolus* en las llanuras zosterales.

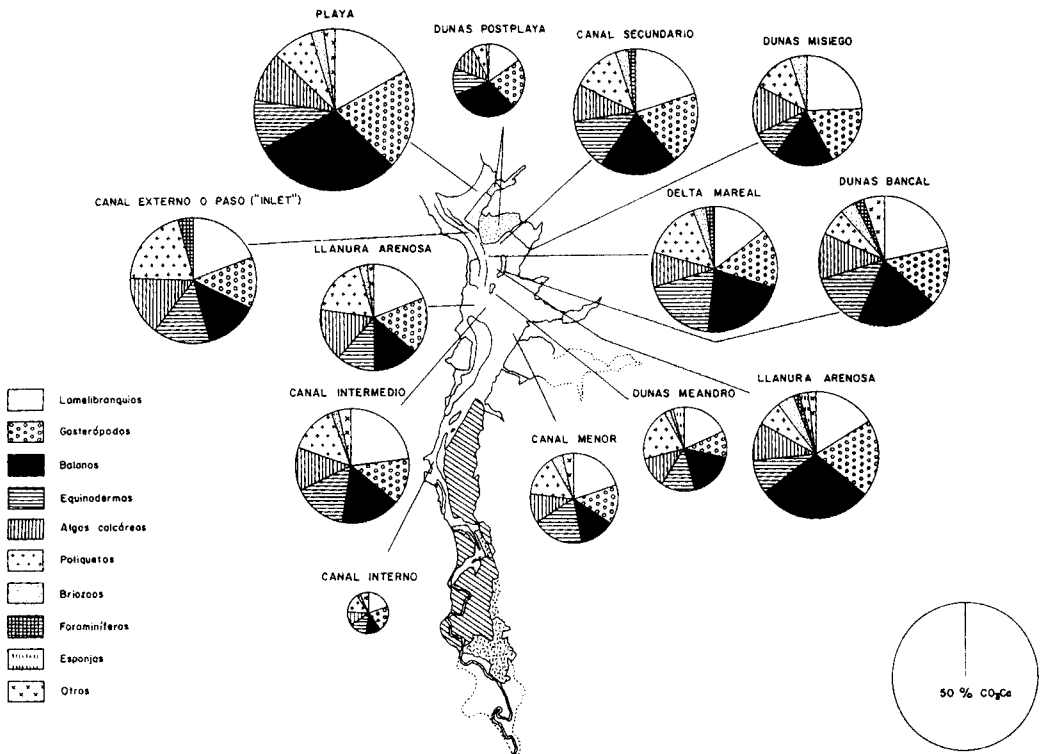


Fig. 4.- Relación del porcentaje carbonatado medio y de los grupos biológicos mayoritarios del complejo estuarino de Villaviciosa, de acuerdo con las unidades morfosedimentarias más importantes consideradas en este trabajo.

TABLA III (1-12). Resultado de los contajes de las 14 muestras arenosas en las fracciones granulométricas, a intervalos de 0,50 ϕ . Se separan grupos y especies identificados en un contaje de 100 granos minerales (bioclastos y terrígenos) para cada fracción

| Unidades ϕ mm | 3,25 0,105 | 2,75 0,149 | 2,25 0,210 | 1,75 0,297 | 1,25 0,420 | 0,75 0,595 | 0,25 0,841 | 0,00 1,00 |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| BIOCLASTOS | 35 | 36 | 50 | 65 | 67 | 81 | 68 | 60 |
| TERRIGENOS | 64 | 64 | 50 | 35 | 33 | 19 | 32 | 40 |
| Restos indeterminados | 4 | 9 | 8 | 8 | 8 | 9 | 3 | 10 |
| Algas calcáreas | 3 | 3 | 6 | 7 | 2 | 4 | 2 | 1 |
| Foraminíferos | 1 | | | 1 | | | | |
| Espículas de Esponjas | 7 | 3 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Briozoos | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | |
| Poliquetos tubícolas | | 5 | 4 | 11 | 8 | 6 | 4 | 2 |
| Ostrácodos | | | 1 | | | | | |
| Balanos | 3 | 6 | 14 | 20 | 25 | 32 | 16 | 13 |
| Restos Crustáceos superiores | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Acmaea virginea</i> | | | | | | | 1 | |
| <i>Patina pellucida</i> | | | | | | | 1 | |
| <i>Calliostoma zzyphinum</i> | | | | | | | 1 | |
| <i>Tricolia pullus</i> | | | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| <i>Peringia ulvae</i> | | | | | 1 | 1 | | 1 |
| <i>Alvania crassa</i> | | | | 1 | 1 | | | |
| <i>Alvania cancellata</i> | | | | | | | 1 | |
| <i>Risøa parva</i> | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | |
| <i>Bitium reticulatum</i> | | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 2 | 4 |
| <i>Arca tetragona</i> | | | | | | | 1 | |
| <i>Striarca lactea</i> | | | | | 1 | 2 | 1 | 3 |
| <i>Glycymeris glycymeris</i> | | | | | | | | 1 |
| <i>Anomia ephippium</i> | | | | | | 1 | 1 | 1 |
| <i>Chlamys multistriatus</i> | | | | | | 1 | | |
| <i>Cerastoderma edule</i> | | 1 | | | | | 2 | 6 |
| <i>Cerastoderma glauca</i> | | | | | | 2 | 2 | |
| <i>Tellina incarnata</i> | | | | | 1 | 1 | 2 | 1 |
| <i>Tellina tenuis</i> | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 | 4 | 3 |
| <i>Massotia lactea</i> | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Hiatella arctica</i> | | | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 2 |
| <i>Pododesmus squamula</i> | 1 | | 1 | | 3 | 4 | 9 | 5 |
| <i>Dacardium vitreum</i> | | | | | 1 | | | |
| <i>Gregariella barbatella</i> | | | | | | 1 | 2 | 2 |
| <i>Jujubinus exasperatus</i> | | | | | | | | 1 |
| <i>Retusa semisulcata</i> | | | | | | | 1 | |
| <i>Paracentrotus lividus</i> | 9 | 4 | 5 | 7 | 5 | 2 | 1 | |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | 4 | 1 | 1 | 2 | | | | 1 |

TABLA III (1-12). Resultado de los contajes de las 14 muestras arenosas en las fracciones granulométricas, a intervalos de 0,50 ϕ . Se separan grupos y especies identificados en un contaje de 100 granos minerales (bioclastos y terrígenos) para cada fracción

Tabla III. 2

DUNA RODILES

| Unidades ϕ mm | 3,75 0,074 | 3,25 0,105 | 2,75 0,149 | 2,25 0,210 | 1,75 0,297 | 1,25 0,420 | 0,75 0,595 | 0,25 0,841 |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| BIOCLASTOS | 26 | 25 | 33 | 24 | 32 | 52 | 25 | 22 |
| TERRIGENOS | 74 | 75 | 67 | 76 | 68 | 48 | 75 | 78 |
| Restos Indeterminados | 6 | 9 | 10 | 4 | 15 | 18 | 3 | 5 |
| Algas calcáreas | 8 | 6 | 9 | 6 | 2 | 2 | 1 | |
| Foraminíferos | | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | | |
| Espículas de Esponjas | 7 | 2 | 1 | | | | | |
| Briozoos | | 2 | 1 | 2 | | | | |
| Poliquetos tubícolas | | | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 3 |
| Balanos | | | 4 | 6 | 5 | 17 | 9 | |
| <i>Peringia ulvae</i> | | | | | | 1 | 1 | 7 |
| <i>Alvania crassa</i> | | | | | 1 | 2 | | |
| <i>Alvania cancellata</i> | | | 1 | | 1 | 1 | | |
| <i>Bittium reticulatum</i> | | | | | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Theba pisana</i> | | | | | | | | 5 |
| <i>Striarca lactea</i> | | | | | | | 1 | |
| <i>Chlamys multistriatus</i> | | | | | | | 2 | |
| <i>Cerastoderma edule</i> | | | | | 2 | 1 | 2 | 1 |
| <i>Tellina tenuis</i> | | | | | | | 1 | |
| <i>Hiatella arctica</i> | | | | | | | 2 | |
| <i>Massotia lactea</i> | | | | | | 1 | | |
| <i>Paracentrotus lividus</i> | 2 | 1 | 3 | | | 2 | 1 | |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | 3 | 2 | 1 | 1 | | 1 | | 1 |

TABLA III (1-12). Resultado de los contajes de las 14 muestras arenosas en las fracciones granulométricas, a intervalos de 0,50 ϕ . Se separan grupos y especies identificados en un contaje de 100 granos minerales (bioclastos y terrígenos) para cada fracción

| Unidades ϕ mm | 3,75 0,074 | 3,25 0,105 | 2,75 0,149 | 2,25 0,210 | 1,75 0,297 | 1,25 0,420 | 0,75 0,595 |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| BIOCLASTOS | 39 | 47 | 50 | 55 | 59 | 52 | 19 |
| TERRIGENOS | 61 | 53 | 50 | 45 | 41 | 48 | 21 |
| Restos Indeterminados | 5 | 4 | 10 | 7 | 10 | 9 | |
| Algas calcáreas | 15 | 16 | 12 | 12 | 9 | 2 | |
| Foraminíferos | | | | 2 | | | |
| Espículas de Esponjas | 1 | 2 | 2 | 1 | | | |
| Briozoos | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | | 1 |
| Poliquetos (tubos) | 5 | 10 | 12 | 7 | 8 | 6 | 3 |
| Poliplacóforos | | 2 | 1 | 2 | | | |
| Balanos | 9 | 5 | 1 | 12 | 28 | 18 | |
| Restos Crustáceos superiores | | | | | | 1 | |
| <i>Tricolia pullus</i> | | | 1 | 4 | 1 | 1 | |
| <i>Alvania cancellata</i> | | | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| <i>Bittium reticulatum</i> | | | | 1 | | 6 | 1 |
| <i>Arca tetragona</i> | | | | | | 1 | 1 |
| <i>Striarca lactea</i> | | | | | | 1 | |
| <i>Mytilus edulis</i> | | | | | | 3 | 1 |
| <i>Venus</i> sp | | | | | | | 1 |
| <i>Hiatella arctica</i> | | | | | | | 2 |
| <i>Pododesmus squamula</i> | | | | | | 2 | 3 |
| <i>Gregariella</i> sp | | | | | | | 3 |
| <i>Caecum trachea</i> | | | | | | | 2 |
| <i>Paracentrotus lividus</i> | 1 | 4 | 4 | 3 | | | |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | | 1 | 2 | 1 | 1 | | |

TABLA III (1-12). Resultado de los contajes de las 14 muestras arenosas en las fracciones granulométricas, a intervalos de 0,50 ϕ . Se separan grupos y especies identificados en un contaje de 100 granos minerales (bioclastos y terrígenos) para cada fracción

Tabla III. 4
CANAL PRINCIPAL (PASO EXTERNO o «INLET»)

| Unidades ϕ mm | 2,75 0,149 | 2,25 0,210 | 1,75 0,297 | 1,25 0,420 | 0,75 0,595 | 0,25 0,841 | -0,26 1,197 | -0,58 1,495 | -1,00 2,00 | -1,32 2,497 | -1,58 2,990 |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| BIOCLASTOS | 34 | 29 | 43 | 73 | 63 | 62 | 66 | 74 | 24 | 12 | 9 |
| TERRIGENOS | 66 | 71 | 57 | 27 | 37 | 38 | 34 | 26 | 3 | 3 | 2 |
| Restos Indeterminados | 9 | 6 | 10 | 5 | 5 | 6 | 15 | 16 | 3 | | 1 |
| Algas calcáreas | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| Foraminíferos | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | |
| Espículas de Esponjas | | | | | | | | | 1 | | |
| Briozoos | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | | |
| Poliquetos tubícolas | 5 | 4 | 2 | 5 | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | | |
| Balanos | 9 | 10 | 17 | 39 | 28 | 18 | 15 | 13 | 2 | | |
| <i>Acmaea virginea</i> | | | | | | | 1 | | 1 | | |
| <i>Calliostoma</i> sp. | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Tricolia pullus</i> | | | | | 1 | 3 | 2 | | | 1 | |
| <i>Peringia ulvae</i> | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | |
| <i>Alvania cancellata</i> | | | | | | 1 | | 1 | | | |
| <i>Rissoa parva</i> | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | 3 | | | |
| <i>Bittium reticulatum</i> | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 7 | 4 | 2 | 2 | 1 |
| <i>Arca tetragona</i> | | | 2 | | | | 1 | 1 | 2 | 1 | |
| <i>Striarca lactea</i> | | | | 1 | | 2 | 3 | 3 | 1 | | |
| <i>Glycymeris glycymeris</i> | | | | | 1 | 2 | 2 | 2 | | | |
| <i>Mytilus edulis</i> | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Chlamys multistriata</i> | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| <i>Cerastoderma edule</i> | | | | | | 1 | 3 | 2 | 1 | | |
| <i>Cerastoderma glauca</i> | | | | | | 1 | 3 | 1 | 1 | | |
| <i>Mactra cinerea</i> | | | | | | | | 3 | 2 | | 1 |
| <i>Tellina incarnata</i> | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | |
| <i>Tellina tenuis</i> | | | | | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | | 2 |
| <i>Massotia lactea</i> | | | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | | | |
| <i>Hiatella arctica</i> | | | | 2 | 2 | 2 | | 2 | | | |
| <i>Heteronomia squamula</i> | | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | | 1 |
| <i>Gregariella barbatella</i> | | | | | | 2 | 1 | 5 | | 1 | 1 |
| <i>Caecum glabrum</i> | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Jujubinus exasperatus</i> | | | | | | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | |
| <i>Paracentrotus lividus</i> | 4 | 4 | | 1 | 1 | | | 4 | | 1 | |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | | | | 2 | 3 | | 2 | | | | |

TABLA III (1-12). Resultado de los contajes de las 14 muestras arenosas en las fracciones granulométricas, a intervalos de 0,50 ϕ . Se separan grupos y especies identificados en un contaje de 100 granos minerales (bioclastos y terrígenos) para cada fracción

Tabla III. 5

CANAL PRINCIPAL (S ESPIGONES)

| Unidades ϕ mm | 3,25 0,105 | 2,75 0,149 | 2,25 0,210 | 1,75 0,297 | 1,25 0,420 | 0,75 0,595 | 0,25 0,841 | -0,26 1,197 | -0,58 1,495 | -1,00 2,000 | -1,32 2,497 | -1,58 2,990 | -2,00 4,000 | -2,32 4,993 |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| BIOCLASTOS | 46 | 52 | 57 | 63 | 75 | 68 | 93 | 92 | 82 | 44 | 15 | 6 | 5 | 7 |
| TERRIGENOS | 54 | 48 | 43 | 37 | 25 | 32 | 17 | 8 | 1 | 2 | | | 1 | |
| Restos Indeterminados | 10 | 6 | 5 | 3 | 2 | 3 | | 14 | 13 | 4 | 1 | | | |
| Algas calcáreas | 7 | 5 | 10 | 4 | 7 | 2 | 2 | | | 1 | | | | |
| Foraminíferos | 2 | 6 | 2 | 2 | | | | | | | | | | |
| Espículas de Esponjas | 4 | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Briozoos | 3 | 7 | | 1 | 6 | | | | | | | | | |
| Poliquetos tubícolas | 3 | 2 | 1 | 7 | 9 | 4 | 2 | 4 | 2 | | | | | |
| Balanos | 2 | 9 | 11 | 19 | 28 | 12 | 13 | 3 | 1 | 2 | | | | |
| <i>Tricolia pullus</i> | | | | 3 | | | | | | | | | | |
| <i>Peringia ulvae</i> | | | 3 | 3 | 3 | 20 | 30 | 23 | 15 | 6 | | | 1 | |
| <i>Alvania crassa</i> | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | | | |
| <i>Alvania cancellata</i> | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | |
| <i>Risoo parva</i> | | | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| <i>Risoo lilacina</i> | | | | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | |
| <i>Bittium reticulatum</i> | | 1 | 3 | 3 | 2 | 4 | 6 | 7 | 4 | 2 | 3 | 1 | | |
| <i>Arca lactea</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Arca tetragona</i> | | | | | | | 2 | 1 | | | | | | |
| <i>Striarca lactea</i> | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | | | | | |
| <i>Glycymeris glycymeris</i> | | | | | 2 | | 3 | 4 | 7 | 4 | 3 | | | |
| <i>Anomia ephippium</i> | | | | | | | | 2 | 1 | 2 | | 1 | | |
| <i>Mytilus edulis</i> | | | | | | | 3 | 2 | 2 | | | | | |
| <i>Chlamys multistriata</i> | | | | | | 3 | 4 | 3 | 1 | | | | | |
| <i>Lima marioni</i> | | | | | | | | | 3 | 1 | | | | |
| <i>Acanthocardia tuberculata</i> | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Cerastoderma edule</i> | | | | | | 2 | 5 | 5 | 7 | 3 | | 1 | 3 | 6 |
| <i>Dosinia lupinus</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dosinia exoleta</i> | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | |
| <i>Tellina incarnata</i> | | | | | | | | | 2 | 1 | | | | |
| <i>Tellina crassa</i> | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | |
| <i>Tellina tenuis</i> | 1 | 1 | 2 | 2 | | 2 | 1 | 5 | 2 | 4 | 2 | 1 | | |
| <i>Massotia lactea</i> | 1 | 1 | 2 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | |
| <i>Pododesmus squamula</i> | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 9 | 3 | 4 | 2 | | | | |
| <i>Hiatella arctica</i> | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 6 | 4 | 1 | 1 | | | | |
| <i>Arsenia punctura</i> | | | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| <i>Lasaea rubra</i> | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | |
| <i>Retusa truncatula</i> | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| <i>Gregariella barbatella</i> | | | | | | | 2 | 4 | 3 | | | | | |
| <i>Laevicardium oblongum</i> | | | | | | | | | 6 | 2 | | | | |
| <i>Cteria decussata</i> | | | | | | | | | 5 | 2 | 5 | | | |
| <i>Paracentrotus lividus</i> | 7 | 4 | 6 | 5 | 3 | | | | | | | | | |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |

TABLA III (1-12). Resultado de los contajes de las 14 muestras arenosas en las fracciones granulométricas, a intervalos de 0,50 ϕ . Se separan grupos y especies identificados en un contaje de 100 granos minerales (bioclastos y terrígenos) para cada fracción

Tabla III. 10

LLANURA ARENOSA (S DE EL PUNTAL)

| Unidades ϕ | 3,25 | 2,75 | 2,25 | 1,75 | 1,25 | 0,75 | 0,25 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| mm | 0,105 | 0,149 | 0,210 | 0,297 | 0,420 | 0,595 | 0,8413 |
| BIOCLASTOS | 11 | 32 | 34 | 46 | 37 | 35 | 24 |
| TERRIGENOS | 89 | 68 | 66 | 54 | 63 | 65 | 26 |
| Restos Indeterminados | | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | |
| Algas calcáreas | 3 | 6 | 3 | 7 | 5 | 2 | |
| Foraminíferos | | | | 2 | | | |
| Espículas de Esponjas | 2 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Briozoos | 1 | 1 | | | 4 | 2 | |
| Poliquetos tubícolas | | 1 | 1 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| Balanos | 4 | 6 | 16 | 23 | 8 | | |
| <i>Gibbula</i> sp. | | | | | | | 1 |
| <i>Tricolia pullus</i> | | 1 | 1 | | 1 | | |
| <i>Peringia ulvae</i> | | | | | | 9 | 4 |
| <i>Alvania cancellata</i> | | 1 | | | 1 | 1 | |
| <i>Bittium reticulatum</i> | | | | | | 2 | |
| <i>Striarca lactea</i> | | | | | 2 | 3 | |
| <i>Glycymeris glycymeris</i> | | | | | 2 | | 3 |
| <i>Anomia ephippium</i> | | | | | 2 | 1 | |
| <i>Acanthocardia aculeata</i> | | | | | | | 2 |
| <i>Cerastoderma edule</i> | | | | | | 3 | 10 |
| <i>Tellina incarnata</i> | | 2 | | | | | |
| <i>Tellina tenuis</i> | | | | | | | 1 |
| <i>Massotia lactea</i> | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | |
| <i>Pododesmus squamula</i> | | | | | 4 | 2 | |
| <i>Gregariella barbatella</i> | | | | | | 1 | |
| <i>Paracentrotus lividus</i> | | 9 | 3 | 2 | 2 | 1 | |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | | 1 | 2 | 1 | | 1 | 1 |

TABLA III (1-12). Resultado de los contajes de las 14 muestras arenosas en las fracciones granulométricas, a intervalos de 0,50 ϕ . Se separan grupos y especies identificados en un contaje de 100 granos minerales (bioclastos y terrígenos) para cada fracción

| Tabla III. 11 | | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DELTA MAREAL | | | | | | |
| Unidades ϕ | 3,25 | 2,75 | 2,25 | 1,75 | 1,25 | 0,75 |
| mm | 0,105 | 0,149 | 0,210 | 0,297 | 0,420 | 0,595 |
| BIOCLASTOS | 30 | 50 | 69 | 84 | 96 | 98 |
| TERRIGENOS | 70 | 50 | 31 | 16 | 4 | 2 |
| Restos Indeterminados | 7 | 11 | 12 | 6 | | 8 |
| Algas calcáreas | 8 | 5 | 10 | 9 | 15 | 11 |
| Foraminíferos | | 1 | 3 | 2 | 2 | |
| Espículas de Esponjas | | 1 | | | | |
| Briozoos | 1 | 4 | 2 | 3 | 14 | 14 |
| Poliquetos tubícolas | 1 | 6 | 9 | 7 | 15 | |
| Poliplacóforos | | 2 | 1 | 2 | | |
| Balanos | 4 | 10 | 17 | 27 | 22 | 20 |
| Restos Crustáceos superiores | | | | | | 1 |
| <i>Acmaea virginea</i> | | | | | | 1 |
| <i>Tricolia pullus</i> | | | | | 1 | |
| <i>Peringia ulvae</i> | | | 2 | 5 | 1 | 3 |
| <i>Alvania crassa</i> | | | | 1 | | |
| <i>Alvania cancellata</i> | | | 1 | 3 | 1 | |
| <i>Bittium reticulatum</i> | | 2 | 1 | 2 | 2 | |
| <i>Arca tetragona</i> | | | | | 1 | |
| <i>Striarca lactea</i> | | 1 | 1 | | 4 | |
| <i>Glycymeris glycymeris</i> | | | | | | 2 |
| <i>Anomia ehipium</i> | | | | 1 | 2 | 9 |
| <i>Chlamys multistriata</i> | | | | | | 3 |
| <i>Parvicardium exiguum</i> | | | | | | 3 |
| <i>Cerastoderma edule</i> | | | | | | 1 |
| <i>Tellina incarnata</i> | | | | 2 | 1 | |
| <i>Hiatella arctica</i> | | | | | 3 | 6 |
| <i>Massotia lactea</i> | | | 2 | 1 | 2 | |
| <i>Pododesmus squamula</i> | | | | 3 | 2 | 8 |
| <i>Plagyostila asturiana</i> | | | | | | 1 |
| <i>Putilla turgida</i> | | | | | 3 | |
| <i>Gregariella</i> sp | | 1 | | 1 | 1 | |
| <i>Lasaea rubra</i> | | | | | | 1 |
| <i>Paracentrotus lividus</i> | 6 | 5 | 7 | 6 | 3 | 1 |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 |

TABLA III (1-12). Resultado de los contajes de las 14 muestras arenosas en las fracciones granulométricas, a intervalos de 0,50 ϕ . Se separan grupos y especies identificados en un contaje de 100 granos minerales (bioclastos y terrígenos) para cada fracción

Tabla III. 12

DUNA ESTUARINA BANCAL

| Unidades ϕ | 3,75 | 3,25 | 2,75 | 2,25 | 1,75 | 1,25 | 0,75 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| mm | 0,074 | 0,105 | 0,149 | 0,210 | 0,297 | 0,420 | 0,595 |
| BIOCLASTOS | 30 | 41 | 58 | 72 | 57 | 84 | 87 |
| TERRIGENOS | 70 | 59 | 42 | 28 | 43 | 16 | 13 |
| Restos Indeterminados | 2 | 3 | 6 | 10 | 6 | | 8 |
| Algas calcáreas | 6 | 12 | 14 | 13 | 14 | 12 | 2 |
| Foraminíferos | | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | |
| Espículas de Esponjas | 11 | 3 | 1 | | | | |
| Briozoos | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 3 | 10 |
| Poliquetos tubícolas | 4 | 2 | 1 | 5 | 4 | 4 | 2 |
| Poliplacóforos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Ostrácodos | | 2 | 1 | | | | 1 |
| Balanos | 2 | 5 | 8 | 17 | 18 | 32 | 24 |
| Restos Crustáceos superiores | | | | | | 1 | |
| <i>Acmaea virginea</i> | | | | | | | 1 |
| <i>Gibbula</i> sp | | | | | | | 1 |
| <i>Peringia ulvae</i> | | 2 | 3 | 2 | 1 | 6 | 11 |
| <i>Alvania crassa</i> | | | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| <i>Alvania cancellata</i> | 1 | 1 | | 1 | | 2 | |
| <i>Rissoa parva</i> | | | | | | | 1 |
| <i>Bittium reticulatum</i> | | | | | 4 | 5 | 2 |
| <i>Arca lactea</i> | | | | | | 3 | 1 |
| <i>Arca tetragona</i> | | | | | | | 2 |
| <i>Chlamys multistriata</i> | | 2 | 1 | 1 | | | 1 |
| <i>Cerastoderma edule</i> | | 1 | 2 | | | 1 | 3 |
| <i>Tellina incrassata</i> | | | | | | 2 | 4 |
| <i>Pododesmus squamula</i> | | | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| <i>Gregariela</i> sp. | | | | | | 1 | |
| <i>Hiatella arctica</i> | | | | | | 1 | 3 |
| <i>Paracentrotus lividus</i> | | | 10 | 6 | 3 | 4 | 1 |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | 1 | 3 | 3 | 6 | 1 | 2 | 3 |

TABLA IV. Grupos y especies encontradas en el muestreo anterior con su correspondiente tipo de sustrato y ambiente en los cuales se desarrollan durante su ciclo vital

| GRUPO | TIPO DE FONDO | AMBIENTE |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| I Algas calcáreas | Rocoso | Inter y submareal |
| II Foraminíferos | Variable | Variable |
| III Esponjas | Rocoso | Submareal |
| IV Anélidos Poliquetos | Arena | Inter y submareal |
| V Moluscos | Variable | Variable |
| VI Crustáceos | Variable | Variable |
| VII Briozoos | Rocoso | Variable |
| VIII Equinodermos | Rocoso | Inter y submareal |
| V Poliplacóforos | Rocoso | Inter y submareal |
| V Gasterópodos | | |
| Prosobranquios: | | |
| <i>Acmaea virginea</i> | Rocoso | Intermareal hasta -25 m |
| <i>Patina pellucida</i> | Algas | Intermareal hasta -20 m |
| <i>Jujubinus exasperatus</i> | Conchas-Algas | Submareal hasta -(25-30) m |
| <i>Gibbula cineraria</i> | Rocoso | Intermareal |
| <i>Calliostoma zzyzphinum</i> | Rocoso y Algas | Estuarios y plataforma |
| <i>Tricolia pullus</i> | Rocoso y Algas | Intermareal |
| <i>Peringia ulvae</i> | Estuarino fangoso | Límite superior de marea |
| <i>Putilla turgida</i> | Bajo roca | Intermareal |
| <i>Plagiostila asturiana</i> | Rocoso(grietas y arena) | Submareal |
| <i>Turboella parva</i> | Rocoso y Algas | Intermareal hasta -15 m |
| <i>Rissoa lilacina</i> | Gravas conchíferas | Intermareal hasta -50 m |
| <i>Folinia crassa</i> | Rocoso | Plataforma desde -15 m |
| <i>Acinopsis cancellata</i> | Rocoso | Inter-submareal hasta -20 m |
| <i>Arsenia punctura</i> | Algas | Submareal entre -(10-30) m |
| <i>Massotia lactea</i> | Rocoso | Submareal somero |
| <i>Caecum glabrum</i> | Conchas-Arenoso | Plataforma entre -(15-25) m |
| <i>Caecum trachea</i> | Conchas-Arenoso | Submareal entre -(10-15) m |
| <i>Bittium reticulatum</i> | Algas y Rocoso | Estuario e intermareal |
| Opistobranquios: | | |
| <i>Retusa truncatula</i> | Fangoso y Algas | Submareal hasta más de -50 m |
| <i>Retusa semisulcata</i> | Algas | Submareal |
| Pulmonados: | | |
| <i>Theba pisana</i> | Plantas subaéreas | Campos dunares eólicos |
| V Bivalvos: | | |
| <i>Arca tetragona</i> | Rocoso | Submareal hasta -100 m |
| <i>Striarca lactea</i> | Rocoso y Algas | Intermareal - submareal |
| <i>Glycymeris glycymeris</i> | Arenas | Plataforma a partir- 20 m |
| <i>Mytilus edulis</i> | Rocoso | Intermareal hasta -6 m |
| <i>Gregariella barbatella</i> | Algas | Submareal entre -(5-15) m |
| <i>Chlamys multistriata</i> | Rocoso | Bajamar y talud continental |
| <i>Anomia ephippium</i> | Rocoso-Algas-Conchas | Submareal |
| <i>Pododesmus squamula</i> | Rocoso-Algas-Conchas | Submareal somero |
| <i>Lima marioni</i> | Algas | Submareal inferior |
| <i>Ctena decussata</i> | Rocoso y Algas | Intermareal |
| <i>Lasaea rubra</i> | Rocoso | Intermareal superior |
| <i>Acanthocardia aculeata</i> | Arena fangosa | Submareal |
| <i>Acanthocardia tuberculata</i> | Arena fangosa | Submareal |
| <i>Parvicardium exiguum</i> | Arenas y Fangos | Submareal |
| <i>Laevicardium oblongum</i> | Arena fangosa | Submareal |
| <i>Cerastoderma edule</i> | Arena fina | Intermareal |
| <i>Cerastoderma glauca</i> | Arenas y Fangos | Intermareal |
| <i>Mactra cinerea</i> | Arenas | Submareal |
| <i>Tellina tenuis</i> | Arena fina | Inter y submareal |
| <i>Tellina crassa</i> | Arena fangosa | Submareal |
| <i>Tellina incarnata</i> | Arena fangosa | Submareal |
| <i>Dosinia lupinus</i> | Arena | Submareal |
| <i>Dosinia exoleta</i> | Arenas y Conchas | Submareal hasta -(15-20) m |
| <i>Irus irus</i> | Hendiduras de bloques | Submareal |
| <i>Hiattella arctica</i> | Rocoso y Algas | Inter y submareal |
| VI Ostrácodos | Arenas | Inter y submareal |
| Balanos | Rocoso | Intermareal superior |
| Crustáceos superiores | Variable | Variado |
| VIII Equinodermos | | |
| <i>Paracentrotus lividus</i> | Rocoso | Intermareal hasta -30 m |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | Arenoso | Estuario y plataforma continental |

Intermareal: + 4,5 a 0 m (por encima del nivel del mar)

Submareal: 0 a -(10-12) m (por debajo del nivel del mar)

Estas consideraciones permiten deducir la mayor importancia que tienen los organismos de las áreas acantiladas externas, que se incluyen en el sedimento siliciclástico para formar la barra arenosa confinante (playa y dunas asociadas) y el prisma submareal que enlaza con la plataforma continental interna; sin embargo, los organismos de estas áreas arenosas tienen una escasa aportación en el global. Dentro del estuario, la influencia marina se manifiesta a través de las corrientes mareales de flujo que introducen el sedimento bioclástico de los acantilados por el canal principal, encargándose la propia dinámica mareal y las corrientes inducidas, así como la acción del viento, de su redistribución por las áreas arenosas. La contribu-

ción estuarina es proporcionalmente más reducida, pero los organismos más o menos conservados, muy abundantes, tienen un mayor probabilidad de quedar incluidos en el sedimento.

Esta situación lleva a pensar en que es el oleaje y, por tanto, en la franja playera y acantilada de rompientes, donde tienen lugar los procesos fundamentales de abrasión (fragmentación y desgaste) del material bioclástico; así, los máximos carbonatados, que se concentran en la banda estrecha del talud intermareal de la playa expuesta, abonan esta idea dado su mayor potencial energético (Fig. 3); por otra parte, el interior estuarino representaría una trampa muy efectiva del sedimento y de los productos originados en su entorno (componentes autóctonos), entre los que sobresalen los bioclásticos.

TABLA VI. Relación de grupos y especies biológicas más sensibles y abundantes, entre los identificados en los análisis, capaces de informar sobre la procedencia y aportación bioclástica al sedimento arenoso

| Hábitat | Grupos | Especies |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|
| Acantilado/Plataforma de abrasión | | |
| Inter y submareal rocoso | Algas calcáreas | <i>Lithophyllum</i> sp. |
| Inter y submareal rocoso | Poliquetos tubícolas | |
| Intermareal rocoso | Crustáceos (Balanos) | <i>Chthamalus</i> sp. |
| Playa | | |
| Inter y submareal rocoso | Gasterópodos | <i>Acinopsis cancellata</i> |
| Inter y submareal rocoso | Equinoideos | <i>Parencrotus lividus</i> |
| Inter y submareal rocoso | Bivalvos | <i>Hiatella arctica</i> |
| Intermareal rocoso | Gasterópodos | <i>Tricolia pullus</i> |
| Intermareal rocoso | Gasterópodos | <i>Massotia lactea</i> |
| Submareal rocoso | Bivalvos | <i>Pododesmus squamula</i> |
| Estuario | | |
| Intermareal arenoso | Bivalvos | <i>Cerastoderma edulis</i> |
| Intermareal arenoso | Equinoideos | <i>Echinocardium cordatum</i> |
| Llanura zosterar | Bivalvos | <i>Modiolus modiolus</i> |
| Llanura fangosa | Gasterópodos | <i>Peringia ulvae</i> |
| Rocoso, zosterar y algal | Gasterópodos | <i>Bittium reticulatum</i> |
| (más abundante) | | |

Un ejemplo muy notorio es *Scrobicularia plana*, un bivalvo de largos sifones que vive enterrado en el fango hasta profundidades de 20 cm, lo que imposibilita su incorporación como bioclasto, a pesar de ser muy abundante y no haber sido identificado en ningún caso sobre la fracción arenosa.

DISTRIBUCION BIOLOGICA EN LAS GRANULOMETRIAS

La distribución de grupos y especies en los intervalos granulométricos depende estrechamente de cada unidad morfosedimentaria o ambiente y del calibrado textural. No obstante y como es obvio, los organismos microscópicos: foraminíferos, briozoos, espículas de esponjas, etc tienden a concentrarse en las fracciones finas (más frecuentemente por debajo de los 0,30 mm).

Los datos recogidos en la Tabla III (1-12) no permiten un seguimiento de especies concretas o conjunto de especies indicadoras de alguno de los subambientes aportadores de bioclastos al sedimento. Ello es debido a que los propios bioclastos tienen morfologías y estructuras internas muy diversas de las conchas, caparazones o elementos carbonáticos de alguna parte de su cuerpo, y la fragmentación de los numerosos individuos es muy compleja, por lo que la respuesta al transporte y su incorporación a las fracciones o intervalos de tamaños pueden ser muy diferentes.

La aportación más aproximada de grupos y especies dependerá del peso de cada uno de ellos en el total de las muestras, fácilmente deducible a partir de la proporción que representan en cada intervalo granulométrico. Asimismo, se pueden hacer algunas consideraciones sobre los intervalos de tamaños en que aparecen, el tipo de distribución modal y las fracciones en que se concentran los máximos.

Los datos granulométricos y contenido carbonatado bioclástico de cada muestra en particular, excepto para la playa expuesta en que se han promediado los resultados, son muy similares a los contenidos en la Tabla I, de ahí que las referencias son perfectamente válidas a ésta. Las arenas con mejor clasificación (valores inferiores a 0,50 ϕ)

tienen poblaciones granulométricas más reducidas, mucho más acentuadamente fuera del canal principal. Se han sintetizado la abundancia relativa, los intervalos de tamaños en que aparecen, la distribución modal y las fracciones de tamaños en que son máximos alguno de los diferentes grupos y especies sensibles (Tabla VI). Se observan algunas tendencias válidas para los bioclastos procedentes de las áreas periesteruarinas; los balanos, algas calcáreas, y menos claramente anélidos tubícolas y la especie *Paracentrotus lividus* decrecen su cantidad relativa desde la desembocadura hacia la cola; los intervalos de tamaños en los que aparecen se hacen más amplios hacia la cola; cuando son polimodales en la desembocadura pasan a unimodales aguas arriba y, finalmente, los máximos se presentan en tamaños paulatinamente más finos en ese mismo sentido. Las especies estuarinas delatan su procedencia, así como la influencia sobre las áreas próximas; son las áreas del canal principal las receptoras fundamentales de las mismas. Los gasterópodos *Peringia ulvae* y *Bittium reticulatum* alcanzan sus máximos en tamaños más gruesos aguas arriba y, menos regularmente el bivalvo *Cerastoderma edule*.

El comportamiento de grupos y especies en los restantes ambientes arenosos son diferentes según se trate del complejo de desembocadura (playa expuesta y dunas asociadas) y de la bahía arenosa. Los máximos de balanos, algas calcáreas y anélidos tubícolas, en playas y dunas expuestas, tienden a situarse en tamaños más finos en ese mismo sentido.

PROCEDENCIA BIOCLASTICA

Los diferentes hábitats costeros, que aportan bioclastos al conjunto sedimentario arenoso de la ría de Villaviciosa, se deducen de los contajes efectuados, determinando los grupos y especies que tienen una clara significación ambiental y cuyo porcentaje supone una proporción relativamente destacada. De los correspondientes tipos de fondo y ambientes costeros, teniendo en cuenta aquéllos más sensibles o indicadores, se llega directamente a determinar las procedencias (Tablas III, IV y V).

Tabla VI. Grupos y especies más significativos en los ambientes estuarinos en lo que respecta a su abundancia relativa, los intervalos de tamaños en que se distribuyen, y modalidad y tamaños en los que se concentran los máximos

| BALANOS | | | | | ANÉLIDOS TUBÍCULOS | | | | |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|--------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| UNIDAD MORFO-SEDIMENTARIA | ABUNDANCIA RELATIVA | INTERVALO TAMAÑOS (φ) | DISTRIBUCIÓN | MÁXIMOS (φ) | UNIDAD MORFO-SEDIMENTARIA | ABUNDANCIA RELATIVA | INTERVALO TAMAÑOS (φ) | DISTRIBUCIÓN | MÁXIMOS (φ) |
| PASO | MA | 2,75 - 0,58 | M | 1,25 | PASO | F | 2,75 - 0,75 | P | 1,25* - 2,75 |
| C R | N BAHIA | 2,75 - 0,25 | M | 1,25 | C R | N BAHIA | 3,25 - 0,58 | P | 1,25* |
| A I | S BAHIA | 2,75 - 1,25 | M | 1,75 | A I | S BAHIA | 2,25 - 1,25 | M | 1,75 |
| N C | N LLANURAS | 2,75 - 1,75 | M | 2,25 | N C | N LLANURAS | 2,75 - 1,75 | M | 2,25 |
| A P | S LLANURAS | ..... | ..... | ..... | A P | S LLANURAS | ..... | ..... | ..... |
| L L | COLA | ..... | ..... | ..... | L L | COLA | ..... | ..... | ..... |
| PLAYA | MA | 3,25 - 0,00 | M | 0,75 | PLAYA | F | 2,75 - 0,00 | B | 1,75* - 2,75 |
| EXPUESTA | MA | 2,75 - 0,75 | M | 1,25 | EXPUESTA | E | 2,75 - 0,25 | P | 2,25 - 1,25 |
| DUNAS | A | 3,75 - 0,75 | B | 3,75 - 1,25* | DUNAS | F | 3,75 - 0,75 | B | 2,75* - 1,75 |
| INTERNAS | MA | 3,25 - 0,75 | M | 1,75 | INTERNAS | F | 3,25 - 1,25 | B | 2,25 - 1,25* |
| DELTA | MA | 2,75 - 0,75 | M | 1,25 | DELTA | E | 2,75 - 0,25 | M | 1,75 |
| MAREAL | MA | 3,75 - 0,75 | M | 1,25 | MAREAL | ME | 3,75 - 0,75 | B | 3,75 - 2,25* |
| LLANURAS | MA | ..... | ..... | ..... | LLANURAS | ..... | ..... | ..... | ..... |
| ARENOSAS | MA | ..... | ..... | ..... | ARENOSAS | ..... | ..... | ..... | ..... |
| DUNAS | MA | 3,75 - 0,75 | M | 1,25 | DUNAS | ..... | ..... | ..... | ..... |
| ESTUARINAS | MA | 3,75 - 0,75 | M | 1,25 | ESTUARINAS | ..... | ..... | ..... | ..... |

| ALGAS CALCÁREAS | | | | | ABUNDANCIA RELATIVA | | | | |
|---------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------------------|------|-------|
| UNIDAD MORFO-SEDIMENTARIA | ABUNDANCIA RELATIVA | INTERVALO TAMAÑOS (φ/mm) | DISTRIBUCIÓN | MÁXIMOS (φ) | ABUNDANCIA RELATIVA | DISTRIBUCIÓN | EQUIVALENCIA DE TAMAÑOS | φ | mm |
| PASO | F | 1,25/0,42 - 0,25/0,84 | P | 1,25 | P = Muy abundante</td <td>P</td> <td>4,00</td> <td>0,75</td> <td>0,59</td> | P | 4,00 | 0,75 | 0,59 |
| C R | N BAHIA | 3,25/0,10 - 1,25/0,42 | P | 1,25* - 3,25 | B = Bimodal</td <td>B</td> <td>3,75</td> <td>0,25</td> <td>0,84</td> | B | 3,75 | 0,25 | 0,84 |
| A I | S BAHIA | 3,25/0,10 - 1,25/0,42 | M | 1,75 | M = Unimodal</td <td>M</td> <td>3,25</td> <td>0,10</td> <td>1,00</td> | M | 3,25 | 0,10 | 1,00 |
| N C | N LLANURAS | 3,25/0,10 - 2,25/0,21 | M | 3,25 | A = Abundante</td <td>A</td> <td>2,75</td> <td>0,15</td> <td>-0,26</td> | A | 2,75 | 0,15 | -0,26 |
| A P | S LLANURAS | 2,25/0,21 | M | 2,25 | F = Frecuente</td <td>F</td> <td>2,25</td> <td>0,21</td> <td>-0,58</td> | F | 2,25 | 0,21 | -0,58 |
| L L | COLA | 3,25/0,10 - 2,25/0,21 | M | 2,75 | E = Escaso</td <td>E</td> <td>1,75</td> <td>0,30</td> <td>-1,00</td> | E | 1,75 | 0,30 | -1,00 |
| PLAYA | F | 3,25/0,10 - 0,00/1,00 | B | 1,75 | ME = Muy escaso | ME | 1,25 | 0,42 | -1,26 |
| EXPUESTA | F | 3,75/0,07 - 0,75/0,59 | B | 3,75* - 2,25 | | | | | |
| DUNAS | F | 3,75/0,07 - 1,25/0,42 | M | 3,25 | | | | | |
| INTERNAS | F | 3,25/0,10 - 0,75/0,59 | B | 2,25* - 1,25 | | | | | |
| DELTA | F | 3,25/0,10 - 0,75/0,59 | B | 2,75 - 1,75 | | | | | |
| MAREAL | F | 3,75/0,07 - 0,75/0,59 | B | 2,75 - 1,75 | | | | | |
| LLANURAS | F | 3,75/0,07 - 0,75/0,59 | B | 2,75 - 1,75 | | | | | |
| ARENOSAS | F | ..... | ..... | ..... |  |  |  |  |  |
| DUNAS | F | ..... | ..... | ..... |  |  |  |  |  |
| ESTUARINAS | F | ..... | ..... | ..... |  |  |  |  |  |

(*) DOMINANTE

Tabla VI. Grupos y especies más significativos en los ambientes estuarinos en lo que respecta a su abundancia relativa, los intervalos de tamaños en que se distribuyen, y modalidad y tamaños en los que se concentran los máximos

| <i>Peringia ulvae</i> | | | | | |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|--------------|-----|
| UNIDAD MORFO-SEDIMENTARIA | ABUNDANCIA RELATIVA | INTERVALO TAMAÑOS (φ) | DISTRIBUCIÓN | MÁXIMOS (φ) | |
| PASO | ME | 1,25 a -1,00 | --- | --- | --- |
| C P N BAHIA | MA | 2,25 a -2,00 | M | 0,25 | |
| A I S BAHIA | MA | 1,75 a -1,58 | M | -0,26 | |
| N C N LLANURAS | E | 0,75 a -1,32 | M | -0,26 | |
| A P S LLANURAS | MA | 0,75 a -2,38 | M | -1,00 | |
| L L COLA | F | 1,25 a -1,32 | M | -1,00 | |
| PLAYA EXPUESTA | ME | 1,25 a 0,00 | M | 0,00 | |
| DUNAS EXTERNAS | ME | 1,25 a 0,25 | M | 0,25 | |
| DUNAS INTERNAS | --- | --- | --- | --- | |
| DELTA MAREAL | E | 2,25 a 0,75 | B | 1,75 * -0,75 | |
| LLANURAS ARENOSAS | E | 0,75 a 0,25 | M | 0,75 | |
| DUNAS ESTUARINAS | F | 3,25 a 0,75 | B | 0,75 * -2,75 | |

| <i>Bitium reticulatum</i> | | | | | |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|---------------|--|
| UNIDAD MORFO-SEDIMENTARIA | ABUNDANCIA RELATIVA | INTERVALO TAMAÑOS (φ) | DISTRIBUCIÓN | MÁXIMOS (φ) | |
| PASO | E | 2,75 a -1,00 | M | 0,25 | |
| C P N BAHIA | F | 2,75 a -1,58 | B | -0,26 * | |
| A I S BAHIA | A | 2,75 a -1,58 | B | -0,58 * -2,25 | |
| N C N LLANURAS | --- | --- | --- | --- | |
| A P S LLANURAS | --- | --- | --- | --- | |
| L L COLA | --- | --- | --- | --- | |
| PLAYA EXPUESTA | E | 2,75 a 0,00 | M | 0,75 | |
| DUNAS EXTERNAS | ME | 1,75 a 0,75 | --- | --- | |
| DUNAS INTERNAS | E | 2,25 a 0,75 | M | 1,25 | |
| DELTA MAREAL | E | 2,25 a 1,25 | --- | --- | |
| LLANURAS ARENOSAS | ME | 0,75 / 0,59 | --- | --- | |
| DUNAS ESTUARINAS | E | 1,75 a 0,75 | M | 1,25 | |

| <i>Paracentrotus lividus</i> | | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|--------------|--|
| UNIDAD MORFO-SEDIMENTARIA | ABUNDANCIA RELATIVA | INTERVALO TAMAÑOS (φ) | DISTRIBUCIÓN | MÁXIMOS (φ) | |
| PASO | E | 2,75 a -1,32 | B | 2,75 -0,58 | |
| C P N BAHIA | F | 3,25 a 1,00 | B | 3,25 * -2,25 | |
| A I S BAHIA | E | 3,25 a -0,25 | B | 1,75 * -3,25 | |
| N C N LLANURAS | F | 4,00 a 1,75 | B | 3,25 * -2,25 | |
| A P S LLANURAS | E | 3,75 a 0,75 | M | 3,25 | |
| L L COLA | F | 3,25 a 0,75 | B | 2,25 * -1,25 | |
| PLAYA EXPUESTA | A | 3,25 a 0,25 | B | 3,25 * -1,75 | |
| DUNAS EXTERNAS | E | 3,75 a 0,75 | M | 2,75 | |
| DUNAS INTERNAS | E | 3,75 a 2,25 | M | 3,25 a 2,75 | |
| DELTA MAREAL | A | 3,25 a 0,75 | B | 2,25 * -3,25 | |
| LLANURAS ARENOSAS | F | 3,25 a 0,75 | M | 2,75 | |
| DUNAS ESTUARINAS | A | 2,75 a 0,75 | B | 2,75 * -0,75 | |

| <i>Cerastoderma edule</i> | | | | | |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|---------------|--|
| UNIDAD MORFO-SEDIMENTARIA | ABUNDANCIA RELATIVA | INTERVALO TAMAÑOS (φ) | DISTRIBUCIÓN | MÁXIMOS (φ) | |
| PASO | E | 0,25 a -1,00 | M | -0,26 | |
| C P N BAHIA | F | 0,75 a -2,32 | B | 0,58 * -2,32 | |
| A I S BAHIA | MA | 0,75 a -2,00 | B | -1,00 * -0,26 | |
| N C N LLANURAS | E | 2,75 a -2,58 | M | 1,58 | |
| A P S LLANURAS | --- | --- | --- | --- | |
| L L COLA | --- | --- | --- | --- | |
| PLAYA EXPUESTA | ME | 2,75 a 0,00 | M | 0,00 | |
| DUNAS EXTERNAS | ME | 1,75 a 0,25 | --- | --- | |
| DUNAS INTERNAS | --- | --- | --- | --- | |
| DELTA MAREAL | --- | --- | --- | --- | |
| LLANURAS ARENOSAS | E | 0,75 a 0,25 | M | 0,25 | |
| DUNAS ESTUARINAS | ME | 3,25 a 0,75 | B | 0,75 * -2,75 | |

Se separan diferentes subambientes: intermareal y submareal rocoso (sistema acantilado/plataforma de abrasión), intermareal y submareal arenoso (playa expuesta), estuario arenoso y fangoso, plataforma continental con tipos de fondos muy variables (conchas, arenas...) y dunas eólicas, tanto expuestas, que predominan, como estuarinas.

CONCLUSIONES

El contenido carbonatado, exclusivamente bioclástico, se asocia a las fracciones arenosas del estuario de Villaviciosa, disminuyendo su proporción desde las áreas de la parte alta de la playa intermareal expuesta hasta el área de dominio de las llanuras fangosas, como respuesta directa a la dinámica sedimentaria y a la pérdida paulatina de influencia marina hacia la cola estuarina. Son elevados en las áreas más energéticas: paso de desembocadura, delta mareal y llanuras arenosas.

Los grupos biológicos mayoritariamente representados son bivalvos, gasterópodos y cirrípedos (balanos), con una mayor proporción en la playa expuesta, dunas asociadas, llanuras arenosas y dunas estuarinas, mientras que disminuyen ligeramente a favor de equinodermos, algas

calcáreas, poliquetos tubícolas y microscópicos (restos de briozoos, foraminíferos y espículas de esponjas) en el paso de desembocadura delta mareal, llanuras arenosas y canal principal en su tramo intermedio.

Los bioclastos que constituyen el componente soluble arenoso en los sedimentos superficiales proceden mayoritariamente de las áreas periestuarinas (acantilado y plataforma de abrasión y, en menor medida, del submareal arenoso de playa), mientras que los organismos estuarinos, extraordinariamente abundantes, quedan en su mayoría atrapados por el propio relleno estuarino, sin que destaquen de forma notoria en el componente arenoso.

Los grupos más representativos de las áreas inter y submareal rocosas son algas calcáreas, anélidos tubícolas y balanos. El equínido *Paracentrotus lividus* y el gasterópodo *Peringia ulvae*, por su mayor abundancia, son indicadores sensibles de las áreas inter y submareales rocosas, y de las llanuras fangosas estuarinas, respectivamente. Otras especies contabilizadas de procedencia estuarina, con una cierta importancia, son *Cerastoderma edulis*, *Echinocardium cordatum*, *Modiolus modiolus* y *Bitium reticulatum*, éste último propio también de otros medios.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación se ha realizado gracias a una subvención de la Universidad de

Oviedo, a través de la modalidad de Temática Asturiana (TA-1540/90).

BIBLIOGRAFIA

- Agirrezabala, L.M. y Flor, G. (1988). Distribución de los carbonatos bioclásticos en playas arenosas intermareales del litoral vasco español. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 84, 5-18.
- Brambati, A. y Zuchi, M.L. (1969). Relazioni tra granulometrie e distribuzione dei Molluschi nei sedimenti recenti dell' Adriatico settentrionale tra Venezia e Trieste. *Stu. Trent. Sci. Nat.*, 46, 30-40.
- Carter, R.W.G. (1982). Some problems associated with the analysis and interpretation of mixed carbonate and quartz beach sands, illustrated by examples from north-west Ireland. *Sedimentary Geology*, 33, 35-56.
- Chave, K.E. (1962). Carbonate skeletons to limestones: problems. *Trans. N.Y. Acad. Sci.*, 23, 14-24.
- Chave, K.E. (1967). Recent carbonate sediments: an unconventional view. *Geol. Educat.*, 15, 200-204.
- Encinar, M^a V. (1982). *Dinámica y Sedimentación en la Ría del Eo (Galicia-Asturias)*. Tesis de Licenciatura (inédita). Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. 147 pp.

- Encinar, M^a V. y Flor, G. (1983). Aportaciones para el conocimiento de la dinámica y sedimentación en la Ría del Eo. *Cuadernos del CRINAS*, 5, 51 pp.
- Falls, D.L. y Textoris, D.A. (1972). Size, grain type and mineralogical relationships in Recent marine calcareous beach sands. *Sedimentary Geology*, 7, 89-102.
- Fernández-Valdés, J.M. (1993). *Técnicas Instrumentales y Primeros Resultados Morfológicos y Sedimentológicos de la Plataforma Continental Interna de los Alrededores de Gijón*. Trabajo de Investigación (inédito). Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación. Escuela Superior de la Marina Civil. Universidad de Oviedo. Gijón. 175 pp.
- Fernández-Valdés, J.M., Flor, G. y Viña, C. (1994). The bioclastic component of the inner shelf surficial sediments in the Asturian central area (NW Spain, Bay of Biscay). *Gaia*, 8, 135-141.
- Flor, G. (1977). Los carbonatos biogénicos en los depósitos arenosos de las playas del litoral asturiano. *Brev. Geol. Astúr.*, 21, 51-62.
- Flor, G. (1978). Relación entre la distribución de sedimentos y la circulación costera en la región del Cabo Peñas. *Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo*, 10, 183-194.
- Flor, G., García-Ramos, J.C. y Valenzuela, M. (1979). Actividad biogénica en los depósitos actuales de la playa de San Pedro de Antromero (Asturias). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 77, 181-197.
- Flor, G., Llera, E.M^a y Ortea, J.A. (1982). Los carbonatos biogénicos de los sedimentos de las playas arenosas de Asturias y Cantabria: su origen y significado dinámico. *Cuadernos del CRINAS*, 2, 77 pp.
- Flor, G., Marquín, J. y O'Neill, A.C. (1983). El complejo de dunas eólicas de la playa de Frouxeira (Meirás-Valdoviño, La Coruña). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 6, 155-187.
- Flor, G., Fernández-Pérez, L.A., Menéndez-Fidalgo, R., Martínez Cueto-Felgueroso, E.M^a y Rodríguez-Casero, G. (1996). Dynamics and sedimentation of the mesotidal estuary of Villaviciosa (Asturias, northern Spain). *Rev. Soc. Geol. España*, 9, 205-225.
- Folk, R.L. y Robles, R. (1964). Carbonate sands of Isla Perez, Alacran Reef Complex, Yucatan. *Journal Geology*, 72, 25-292.
- Giles, R.T. y Pilkey, O.H. (1965). Atlantic beach and dune sediments of the southern United States. *Jour. Sed. Petrol.*, 35, 900-910.
- Keary, R. (1967). Biogenic carbonate in beach sediments of the West coast of Ireland. *Sci. Proc. R. Dub. Soc. Series A*, 3, 75-85.
- Lees, A. y Buller, A.T. (1972). Modern temperate-water and warm-water shelf carbonate sediments contrasted. *Marine Geology*, 13, M67-M73.
- Merefield, J.R. (1984). Modern cool-water beach sands of Southwest England. *Jour. Sed. Petrol.*, 54, 413-424.
- Nelson, C.S. Ed. (1988). Non-Tropical Shelf Carbonates - Modern and Ancient. *Sedimentary Geology*, 60.
- Nelson, C.S. y Bornhold, B.D. (1984). Temperate continental shelf skeletal carbonate deposits. *Geobios Mem. Spec.*, 8, 109-113.
- Ortea, J.A. (1975-1976). Catálogo brevemente comentado de la fauna de Moluscos marinos gasterópodos y bivalvos existentes en el estuario de Villaviciosa. *Asturnatura*, 3, 109-120.
- Ortea, J.A. (1977). *Moluscos Marinos Gasterópodos y Bivalvos del Litoral Asturiano entre Ribadesella y Ribadeo, con Especial Atención a la Subclase de los Opisthobranchios*. Tesis Doctoral (inédita). Facultad de Biología. Universidad de Oviedo. 583 pp.
- Ortea, J.A. y Llera, E.M^a (1974). Introducción al estudio del macrobentos y necton del estuario de Villaviciosa. Moluscos, Crustáceos, Decápodos y Peces Teleosteos. *Asturnatura*, 2, 6-26.
- Pilkey, O.H., Morton, R.W. y Luternauer, J. (1967). The carbonate fraction of beach and dune sands. *Sedimentology*, 8, 311-327.
- Pilkey, O.H. (1964). The size distribution and mineralogy of the carbonate fraction of United States South Atlantic Shelf and Upper Slope sediments. *Marine Geology*, 2, 121-136.
- Pyökär, M. y Lehtovaara, J. (1987). Texture, mineral composition, and transport of shore material on Mamaia Beach, Romania. *Z. Geomorph. N.F.*, 31, 473-487.
- Schäfer, W. (1972). *Ecology and Paleocology of Marine Environments*. University Chicago Press. 567 pp.
- Siesser, W.G. (1971). Mineralogy and diagenesis of some South African coastal and marine carbonates. *Marine Geology*, 10, 15-38.
- Zeigler, A.M., Hulver, M.L., Lottes, A.L. y Schamachtenberg, W.F. (1984). Uniformitarianism and paleoclimates: inferences from the distribution of carbonate rocks. En: *Fossils and Climate*, 3-25. P.J. Brenchley (ed.). Wiley and Sons, Inc.