

Rasgos morfológicos y sedimentológicos de la ría de Betanzos (A Coruña, Galicia, España).

ASENSIO, I. (*) y GRAJAL, M. (**)



RESUMEN

La presente comunicación se considera como una contribución al estudio, aún iniciado por nuestra parte, de las «rías centrales» de Galicia, haciendo referencia solamente a la ría de Betanzos y de ella al sector exterior o «ría propiamente dicha» y comienzo del estuario. Se trata del aspecto morfológico litoral desde la punta Torrella, en la margen occidental y punta Crebites en la oriental, hasta el puente de Pedrido o zona que comprende el estuario y el comienzo de las «costas con marismas». Se estudian las condiciones de ataque marino y de sedimentación estableciendo los límites de mayor o menor influencia marina y aquellos donde la acción fluvial se inicia o es dominante. Sin entrar en consideraciones y conclusiones definitivas por carecer, hasta el momento, de datos sobre características, evolución y comportamiento de los materiales que constituyen el estuario y las marismas, se obtienen, no obstante, unas consideraciones finales.

INTRODUCCION

Las rías gallegas denominadas «centrales» —La Coruña, Ares, Betanzos y El Ferrol— constituyen «un conjunto lobulado del seno coruñés» (Torre Enciso, 1958) o bien un sistema de accidentes geográficos, sensiblemente digitados, «con una abertura común que va desde el cabo Prior a la punta de San Adrián (Nonn, 1966, pág. 357). Para este último autor el cuadro morfológico de las rías centrales se inicia en una superficie aplanada de erosión de época pre-miocena, cuyo borde lo forman vertientes con acusadas pendientes, que enlazan con un extenso nivel mioceno, probablemente tortoniense, situado hacia los 200-300 m. de altitud; este nivel queda limitado por un talud cuya pendiente es continua en algunos lugares y con amplios glaciares y extensas vertientes, en otros. El nivel mioceno, al sur de las rías de La Coruña y Betanzos, está extendido por un sistema de colinas y se encuentra a la misma altitud respecto a los interfluvios de ambas rías. La abertura común o brazo de mar que pone en contacto a éste con las rías centrales, tiene según Nonn un origen tectónico, es decir, se debe a una gran falla muy antigua — con reajuste en la segunda parte del Terciario — que divide al conjunto de dos compartimentos: uno meridional, donde se localizan las rías de La Coruña y Betanzos, y otro septentrional, en el que se ubica la ría de El Ferrol. El mapa geológico 1:400.000 (Parga Pondal, 1956) incluye también un grupo de fallas, con la misma dirección, entre los ríos Eume y Mandeo. Nonn atribuye el proceso genético de las rías centrales y de la red fluvial que desemboca en ellas, no sólo a la tectónica sino también al carácter litológico; masas rocosas que en algunas zonas han sufrido fuerte alteración y como consecuencia, quedaron en estado favorable a las acciones erosivas subaérea y marina.

El estudio que nos proponemos realizar en esta primera nota se refiere exclusivamente a la ría de Betanzos, considerada por nosotros en su zona más externa o ría propiamente dicha, por la línea imaginaria que uniera la punta Torrella al W. y el saliente que aparece próximo y al norte de la punta Camoureda, en la parte oriental, con una longitud aproximada de 7,5 km.; la zona más interior o comienzo del estuario, queda limitada a la altura de San Vicente de Moru-

(*) Universidad de Madrid. Departamento de Petrología.

(**) I D A S A. A Coruña.

jo y Pasaje Pedrido; la longitud total de la ría es de alrededor de los diez kilómetros, con un índice de sinuosidad de 1,26 y 1,38 para las partes occidental y oriental, respectivamente.

Esta ría ha sido ya tratada en lo que se refiere a su proceso de relleno casi a principios del siglo actual y considerada, desde el punto de vista morfoevolutivo, como cercana al estado de completa madurez dado el avance de las acumulaciones de materiales en sus diversos espacios (Scheu, 1913); si se precisan conocer otros datos de esta ría, pueden consultarse las Memorias explicativas de las Hojas del Mapa Geológico de La Coruña y Betanzos, publicadas en los años 1948 y 1950 y la más reciente del IGME aparecida en 1975. El trabajo más moderno y completo de estas rías centrales, desde el punto de vista geomorfológico, está comprendido en la tesis del geógrafo francés HENRY NONN; en este trabajo de investigación se tratan, con suficiente detalle, ciertos problemas de sedimentación que nosotros haremos referencia como complemento a nuestros resultados experimentales.

CUADRO MORFOLOGICO

Trataremos solamente de las formas litorales que aparecen en los espacios de la ría propiamente dicha, entre la punta Torrella, en la margen occidental y la punta Crebites, en la oriental, hasta el puente de Pedrido o zona donde comienza el estuario y las marismas (Fig. 2).

La costa occidental entre la punta Torrella y la de Fontán, relativamente batida por el mar, ofrece un frente de microacantilados que alterna con entrantes de variada orientación y donde se acumulan materiales heterométricos procedentes de la destrucción de los cantiles; los arroyos de Fraga y Cirro terminan en amplios frentes playeros (playas de San Pedro de Veigue y Cirro, respectivamente), orientados al NE., con estran arenoso de escasa pendiente y separados por pequeños salientes rocosos; en los acantilados esquistosos, sobre los que se apoyan ambas playas, con alturas próximas a los 20 m., aparecen formaciones detríticas antiguas. Desde la playa de San Pedro de Veigue hacia la punta de San Amadio y hasta la punta Fontán, destacan tramos con acantilados altos (15-20 m.) y plataforma de abrasión, que alternan con microcantiles; son frecuentes las grutas, socavones en la base de los cantiles, incisiones, farallones de diferentes tamaños. En la punta de San Amadio y en contraste con la altura de los cantiles, se destaca una pequeña plataforma de arrasamiento entre 14-16 m. de altura; la presencia de estas reducidas plataformas se observan también a cotas de 11-13 m. y 2,8-4, 8 m. en las puntas de Herba; Arnela y Armenteiros.

Entre las puntas de Fontán y Corbeiroa se ofrece un sector rocoso difícil de definir por las construcciones realizadas; el dique de Fontán, el puerto de Sada y el paseo marítimo de esta ciudad, proporcionan un modelado antrópico del litoral muy visitado y ocupado durante la estación estival. Desde la punta de Corbeiroa se siguen pequeños cantiles que sirven de apoyo a la playa de Gandarío, donde existe un pequeño contraste entre el lado derecho, cubierto por las pleamares y probablemente atacado con mayor facilidad por la dinámica marina y el izquierdo, en vías de crecimiento progresivo, lo que le permite permanecer descubierto en las mareas altas. Dos cordones de cantos se disponen a lo largo del estran de Gandarío; los arroyos de Tatin y Agra confluyen próximos a la playa y forman en la salida al mar una acumulación detrítica con abundantes cantos.

El sector costero entre punta Morujo y el puente de Pedrido comprende una zona de acantilados y microacantilados, con entrantes más o menos amplios, donde aparecen sucesivamente y alternando con los cantiles un conjunto de frentes playeros, con escasa pendiente, por lo que quedan algunos cubiertos (playas de Regueiro, Cabana y Pedrido) durante las pleamares y otros, con espacios más o menos libres; se trata de playas con caracteres propios de estuarios, acumulaciones de cantos unas veces al pie de los cantiles y otras formando un cordón en el estrán. En la playa de Pedrido y en mareas bajas muy acusadas, existe una flecha que mide 1,5 km. de longitud.

La margen derecha de la ría y en el sector más externo, entre las puntas de Crebites y Carboeira, constituye un tramo costero con numerosos falsos cantiles esquistosos a cuyo pie aparece la plataforma mareal; entrantes más o menos amplios forman playas de poca significación, con arenas que descubren casi siempre en marea baja. El frente playero más impor-

tante es el de Ver, de extensión aproximada a 500 m. y con estrán arenoso de fuerte pendiente; hacia los extremos de la playa aparecen falsos acantilados que sirven de apoyo a la misma; la base de estos acantilados determina un conjunto de acumulaciones detríticas constituidas por bloques y cantos de cuarzos, pizarras y cuarcitas.

La costa entre las puntas de Carboeiroa y Redonda está formada esencialmente por dos playas —San Pedro de Perbes y Marín, cubierta esta última en las pleamares— encajadas en dos zonas rocosas de bajos y falsos cantiles, muy fracturados, con plataforma mareal y materiales detríticos (bloques, cantos y arenas). La base de los acantilados manifiesta cierto desgaste por la acción enérgica del oleaje atlántico que entra directamente en la ría (Fig. 3).

Al sur de la punta Redonda destaca como formación litoral típica la gran flecha arenosa de 1.300 m. de longitud con una anchura muy variable de 100-250 m. que se engancha sólo en una de sus extremidades, correspondiente a la punta rocosa de Satareixas, formada por falsos acantilados, bajos cantiles con grutas, incisiones y relativamente amplia plataforma mareal; sobre este extenso cordón arenoso a punta libre —que toma el nombre de playa Grande— se acumula una formación dunar al abrigo de la cual, se cierra la ensenada o marisma fangosa donde desemboca el río Bajoy; en la punta libre de la flecha se forman acumulaciones arenosas que motiva, en la actualidad, una prolongación o estiramiento de este accidente litoral, que no deja permanecer más que un paso estrecho por donde desagua también el río Xario.

Pasado el Castro de Loyos hacia la desembocadura del Lambre, destaca la playa pequeña de Miño, cubierta por las aguas en las pleamares y se encaja en bajos cantiles extendidos hacia el sur desde Carreiras hasta cerca del puente do Porco y hacia el norte, con pequeños entrantes y salientes, hasta la punta de Satareixas; todo este sector, incluyendo la parte occidental de la punta Xurelos, lo forman acumulaciones de arenas y cienos y constituye el comienzo de la zona de estuario.

CONDICIONES DE ATAQUE MARINO Y DE SEDIMENTACION

a. Naturaleza y tamaño de materiales gruesos

Desde el punto de vista geológico-petrográfico la ría de Betanzos se establece en afloramientos del Paleozoico más antiguo y metamorfizado, Silúrico Precámbrico superior —considerado también como Paleozoico inferior— formado por materiales denominados «serie de Ordenes», conglomerados, anfibolitas, cuarcitas y esquistos pizarrosos cortados por numerosos filoncillos de cuarzo. En la punta Torrellas, margen izquierda y zona más externa de la ría, aparecen diques de anfibolitas rodeados de esquistos y cuarcitas; más hacia el interior, entre las puntas de Lavadoira y Fontán, se destaca filones de pegmatitas, doleritas y diabasas en las proximidades de Carnoedo y esquistos pizarrosos orientados al NNE. que se descubren en los cantiles de la punta Arnela. En la playa de Sada y hacia la parte interior de la ría se presentan materiales correspondientes al Cuaternario —mantos detríticos, acumulaciones fluviales, playas y dunas litorales— alternativos con la serie de Ordenes. En la margen derecha de la ría análogas formaciones litológicas; entre las puntas de Camoureda y Carboeiroa alcanzan el frente acantilado filones de pórfidos granítico, diabasas y doleritas.

Las formaciones detríticas que constituyen los cordones litorales de la ría de Betanzos, son de litología bastante monótona; las muestras para estudio han sido recogidas al pie de los acantilados, en las amplias playas o en entrantes donde se acumulan arenales y cantizales playeros; en cada depósito se tomaron lotes con un mínimo de 200 elementos. Las cuarcitas son las rocas de origen local más abundantes en la mayoría de las acumulaciones; representan el 40% de cantos y bloques y ofrecen máximos en las secuencias de 4-6 cm. y 8-12 cm.; los esquistos pizarrosos son también elementos muy frecuentes (29%) en la composición litológica y alcanzan dimensiones de bloques; la riqueza en cuarzos es también sensible (25%) existiendo acumulaciones donde se presentan como materiales dominantes de los espectros litológicos; su dispersión máxima es de 16 a 24 cm. en la mayor parte de los depósitos. Los dos primeros tipos litológicos tienen su origen en aportes procedentes de los principales afloramientos

tos del frente acantilado; en cuanto al tercero, la escasez de filones de cuarzo y la abundancia en los espectros permite considerar a este elemento como un origen mixto; pueden proceder de aportes locales derivados de vetas y filoncillos de cuarzo intercalados en los materiales pizarrosos y en parte, de la destrucción de formaciones antiguas cuyos materiales son acarreados por las corrientes litorales y la red fluvial que desemboca en la ría.

Como rocas menos frecuentes, incluidas algunas en la categoría de raras, están las anfibolitas; diversos diques han sido señalados en la Hoja geológica de La Coruña en los parajes de punta Torrella y Miño, recogándose en los espectros porcentajes muy débiles; los filones de pórfidos graníticos y de pegmatitas están muy localizados y la representación en la composición litológica es también muy reducida, aunque más abundantes que las anfibolitas; análogamente sucede con los escasos afloramientos de doleritas y diabasas, cuyos porcentajes son relativamente abundantes, pero quedan casi reducidos a los parajes donde aparecen este tipo de materiales; en resumen, la rara o débil presencia de estos elementos en los espectros nos ha conducido a considerar un grupo integrado por todos ellos con la nomenclatura de complejo K.

Con referencia al grosor de los aluviones, representado por la mediana de grano, es bastante uniforme en todos los depósitos; en general, los valores oscilan entre 5,0 y 9,1 cm., lo que indica acumulaciones establecidas en condiciones relativamente semejantes para todos los espacios de la ría. Todo lo contrario ocurre con los valores de centilos, cuyas fuertes variaciones no sólo afectan a los valores dimensionales sino también a la naturaleza litológica; la mayor parte de éstos parámetros son altos y están fuera de la dispersión normal del espectro granulométrico; se trata probablemente de aportes de grandes bloques procedentes de la destrucción de los cantiles.

A parte de todos estos caracteres dinámicos semejantes en el conjunto de los depósitos, la actividad local deducida de los resultados de la composición granulométrica, es la siguiente: para las acumulaciones de la playa de Cirro y San Pedro los materiales relativamente homométricos se reducen casi a cantos pequeños y medianos (menores de 12 cm. = 90%); las curvas acumulativas muestran buena clasificación con escasa dispersión global; los centilos — de cuarzós, pizarras y cuarcitas indistintamente— son altos y los máximos del histograma se sitúan en 4-6 cm. y 8-12 cm.; el depósito de San Pedro es algo más grueso.

Los depósitos localizados entre las puntas de Armenteiro y Fontán ofrecen altos valores de mediana y centilo; son acumulaciones de materiales heterométricos, moderadamente clasificados, con máximos en tamaños medianos y pequeños cantos; bloques de cuarcitas y pizarras muy dispersos entre la masa aluvial. Las formaciones detríticas de las playas de Sada y Gandarío son algo menos gruesas que las anteriores, descendiendo los valores de mediana y centilo; las curvas acumulativas muestran escasa dispersión y buena clasificación de los materiales; algunos depósitos ofrecen histogramas bimodales, con un máximo en 4-6 cm. y otro en 8-12 cm., ambos relativamente destacados; estas anomalías en las características generales de las acumulaciones situadas en casi un mismo sector costero son debidas a condiciones morfológicas locales o emplazamientos diferentes de los depósitos — pie de cantiles o estranque modifican las circunstancias genéticas y evolutivas del depósito final. Las acumulaciones estudiadas entre San Vicente de Morujo y Pasaje del Pedrido están constituidas por materiales medianamente gruesos y con dispersión global que alcanza a bloque pequeños; las curvas acumulativas muestran regular clasificación con alta dispersión dimensional iniciándose en algunos depósitos la presencia de un máximo secundario.

Los resultados obtenidos del estudio granulométrico de varios depósitos situados en la margen derecha de la ría, desde Sixto hasta Bermaño (playas de Ver, San Pedro de Perbes, Marín, etc.) ofrecen muy análoga dispersión de tamaños con los descritos en la margen izquierda; acumulaciones gruesas, con altos valores de mediana de grano y centilos fuertes de 70,0 cm. y 67,0 cm. que sobrepasan en mucho los límites dimensionales para los bloques encontrados en los espectros; éste hecho es significativo puesto que admite considerar, que estas formaciones detríticas costeras están reconstituyendo todavía la masa de aluviones con aportes nuevos. La curva acumulativa de algunos depósitos es bimodal; el máximo principal se sitúa en 4-6 cm. y el secundario en 8-12 cm. con una separación muy poco destacada puesto que en 6-8 cm. existe 19% de materiales; la acusada dispersión global, regular clasificación

y marcada asimetría de la curva, son caracteres que indican una modificación de los depósitos por aportes procedentes de otras acumulaciones, es decir, mezcla de materiales depositados en condiciones diferentes; esta retoma de materiales debe estar relacionada con aportes de alguna formación detrítica antigua destruida por ataque marino, ya que el proceso de fragmentación del material es poco activo como para atribuirle la importancia de la modificación.

b. Morfometría de cantos

Los depósitos estudiados se sitúan en ambas márgenes de la ría y corresponden a acumulaciones actuales de materiales gruesos. Los parámetros e índices de desgaste, aplanamiento y disimetría han sido calculados sobre cantos de cuarzo de 4-6 cm., de longitud mayor L.

Los valores de desgaste sufren notables variaciones de unos depósitos a otros, lo que evidencia condiciones muy particulares en las estaciones de toma de muestras. En la margen izquierda de la ría las estaciones localizadas en la zona externa ofrecen desgastes relativamente moderados (Md. Id. = 224-272), con varios máximos destacados en el histograma de amplio espectro, caracteres que manifiestan accionamiento marino continuado pero no muy activo; la presencia de cantos poco desgastados, en porcentajes pequeños pero apreciables, puede atribuirse a aportes recientes procedentes de la destrucción de los cantiles o de los acarreo de la red fluvial que desemboca en la ría; el alto porcentaje de cantos con valores inferiores a 300 (55%-72%) confirma la consideración anterior, establece el carácter de histograma modificado y muestra resultados como para interpretar condiciones genéticas de depósito final ajenas a la mayor o menor fuerza de la dinámica marina.

Los depósitos localizados entre Sada y la punta de Gandarío, a pesar de la pequeña distancia que los separa, los valores de desgaste son acusadamente dispares; un grupo de depósitos presenta bajos valores de medianas (Md. Id. = 94-181), altos porcentajes de cantos pocos desgastados, y máximos del histograma muy destacados en la secuencia de 50-100; estos caracteres morfométricos son con frecuencia normales en gran parte de las zonas interiores de las rías (Asensio Amor y Teves Rivas, 1964 y 1965; Asensio Amor y Caraballo Muziotti, 1968 a, 1968 b; Asensio Amor, 1970), circunstancias naturales debidas a condiciones de suave acción marina en sectores más o menos abrigados y protegidos de la violencia del oleaje. Por el contrario, otro grupo de estaciones ofrece valores de desgaste más altos (Md. Id. = 222-311), con variaciones no muy acusadas entre sí y bastante semejantes a los depósitos localizados en la parte externa de la ría. Estas anomalías morfométricas a lo largo de un tramo costero tan corto, obedecen también a aportes de materiales procedentes de acumulaciones recientes de origen local o bien a formaciones antiguas depositadas muy próximas a la línea de costa y de carácter periglaciario o bien de terrazas fluviales.

Las acumulaciones situadas en esta misma margen izquierda y en la zona más interna de la ría —punta de Morujo-puente de Pedrido— muestran valores de parámetros e índices de desgaste muy análogos a aquellos de los depósitos de la parte externa; los valores medios de cantos muy desgastados (4%) y de medianas de índice de desgaste (249), son cifras excesivamente altas tratándose de un sector relativamente poco batido por el mar, lo que hace suponer una modificación de los depósitos actuales con aportes de materiales de terrazas antiguas o bien acarreo de zonas más externas donde el mar los ha trabajado previamente.

Las mismas irregularidades de datos morfométricos se hallan en la comparación de los depósitos estudiados en la margen derecha; tanto en el amplio frente costero de San Pedro de Perbes como en el del Miño, existen acumulaciones constituidas por elementos muy desgastados (Md. Id. = 333-419) y altos porcentajes de cuarzos con desgastes superiores a 500 (11%-29%); otro grupo de depósitos muy próximos a los anteriores acusan débiles desgastes, que oscilan entre 110 y 285, elevados porcentajes de cantos poco desgastados y nulo o muy reducido tanto por ciento de elementos muy desgastados; en consecuencia, la consideración final sería, para unas formaciones fuerte actividad marina en un sector exterior de la ría donde la violencia del oleaje es fuerte, mientras que para otras formaciones se tendría que estimar, por los resultados obtenidos, debilitación del oleaje y juego de mareas, además de poca frecuencia en la dinámica de fuertes temporales. Todavía queda un tercer grupo de acumula-

ciones con características morfométricas intermedias entre los dos grupos comentados precedentemente; los valores de las medianas son relativamente elevados (Md. Id. = 203-285) y los porcentajes de cantos poco y muy desgastados son significativos (menores de 100 = 8%-20%; mayores de 500 = 5%-7%); la presencia de varios máximos en el histograma para secuencias tan distantes como 500-100 y 450-500 o bien 550-600, evidencia la mezcla de materiales de diferentes procesos genéticos depositados en un medio actual de moderada actividad.

En cuanto a los valores de aplanamiento son en su mayoría débiles; la mediana oscila entre 1,50 y valores muy próximos a 2,00; los histogramas escasamente amplios puesto que los elementos de mayor aplanamiento son inferiores a la secuencia de 3,75-4,00 muestran en casi todos los depósitos un modo único, situado frecuentemente en 1,50-1,75 y 1,75-2,00; hacia los débiles valores el descenso de elementos en el histograma es rápido, mientras que hacia altos aplanamientos la frecuencia desciende más lentamente con aparición, en ciertos casos, de máximos secundarios muy poco destacados. Estos caracteres comunican al histograma una distribución asimétrica y aspecto dentado hacia la región de altos aplanamientos; los datos obtenidos son poco concretos para delimitar con nitidez contrastes erosivos, sin embargo sí sugieren procesos muy variables en el origen de los depósitos.

Finalmente haremos algunos comentarios a los resultados de disimetría. La mediana del índice es relativamente alta (620-781) e incluida en la categoría de «fuerte fraccionamiento» del material, con tendencia a adquirir máximos valores (mayores de 700 = 12-81%); sobre estos datos no se observan claras diferencias en ambas márgenes de la ría, ni tampoco desde los espacios exteriores a los interiores. En consecuencia, existe sensible desequilibrio en la relación desgaste/fragmentación, ya que la rotura del material es fuerte. Si hemos deducido para la generalidad de los espacios de la ría moderada actividad de los factores marinos, el fuerte fraccionamiento del material hay que atribuirlo a la influencia de otras acciones erosivas en relación con la litología, tectónica o clima, fenómenos que justifiquen el alto grado de fragmentación del material.

c. c. **Granulometría de arenas**

El análisis granulométrico se realizó sobre muestras de arenas recogidas en el estran de las playas localizadas en ambas márgenes de la ría; materiales bastante bien ($S_o = 1,08-1,17$ -Fig. 4A) o simplemente bien ($S_o = 1,22-1,42$ -Fig. 4B) clasificados; se trata de un haz de curvas con acusada verticalidad y dos inflexiones muy marcadas, lo que se traduce por un bajo valor de desviación cuartilar (0,02-0,10); el otro tipo de curvas no se ofrecen tan levantadas y su disposición es en «ese» más o menos tendida, con una clasificación buena y valores de desviación cuartilar más amplios (0,11-0,60). Existen anomalías dentro de un mismo estran playero, que se traducen en malas y muy malas clasificaciones del material ($S_o = 1,56-2,53$) con amplia dispersión global (0,80-1,39); estas irregularidades se observan claramente en los altos valores de asimetría (0,05-0,32) y en los umbrales que ofrecen las curvas acumulativas y que explican cambios en los depósitos arenosos a través de materiales de orígenes distintos o bien condiciones de sedimentación diferentes (Fig. 4C).

La mediana de la curva acumulativa es muy uniforme y se establece, en la mayoría de los casos, en los tamaños de arenas finas y muy finas, constituyendo materiales típicos de acumulaciones litorales. Esta homogeneidad granulométrica justifica el desarrollo sigmoidal de las curvas acumulativas, en ocasiones con caracteres más próximos a las arenas de dunas que a las playeras.

En la mayoría de los espacios de la ría las arenas son homométricas con características de materiales muy evolucionados, de transporte completo; contienen partículas inferiores a 60 micras en muy pequeñas cantidades y ya en zonas muy interiores de la ría (San Vicente de Morujo y Pasaje Pedrido); estas analogías granulométricas para todos los sectores de la ría se interpretan a través de la influencia de las corrientes de deriva y las marejadas, que aún siendo relativamente moderadas, transportan en suspensión y distribuyen las partículas de máxima

movilidad (entre 60 y 500 micras son superiores a 61%) a lo largo de todo el litoral, permitiendo la formación de flechas arenosas en las zonas más interiores de este accidente geográfico.

LOS DOMINIOS FLUVIAL Y MARINO. Calcimetría

El contenido de conchuela, expresada en carbonato cálcico, se mantiene por lo general en porcentajes no muy elevados y con frecuencia variables en los diversos espacios de la ría. La mayor parte de las muestras examinadas ofrecen de carbonato cálcico superiores al 20%, alcanzando a veces 60%-70%; puesto que el substrato rocoso de este país es particularmente silíceo, el contenido en caliza más o menos fuerte de la fracción arenosa procede en su mayoría de la fase organógena.

En la zona más externa de la ría existen acusadas diferencias de contenido en conchuela entre la margen izquierda y la derecha; en la playa de Ver la media de tantos por ciento de conchuela alcanza el 55%, es decir, la caliza organógena se encuentra en cantidades algo superiores a la mitad del material arenoso mineral, mientras que para las playas de Cirros-San Pedro el valor medio en contenido en carbonato cálcico es sólo de 23,9%; de no existir en estos entrantes playeros aportes de materiales continentales —por ejemplo, formaciones periglaciares de arcillas, limos, arenas, cantos y bloques (Cotton de Bennetot et al., 1965) a través de la destrucción de cantiles o por acarreo procedentes de cuencas -vertientes de relativa importancia— quizás se pueda atribuir esta anomalía a la posición abrigada del conjunto de playas de Cirros-San Pedro y que contribuye a la relativamente baja presencia de sedimentos organógenos. Estas variaciones que afectan a particulares espacios dentro del conjunto de la ría muestran las interferencias de multitud de factores, que no es posible tratarlos con precisión más que a través de estudios detallados donde se establezcan tanto las condiciones dinámicas actuales como las causas ambientales de tipo paleoclimático y paleosedimentario.

En la zona central de la ría y para las dos márgenes izquierda y derecha, el contenido de carbonato cálcico oscila entre 13% y 73%, con un valor medio de 30%-40%; hay por consiguiente una fracción organógena importante, si bien algo disminuida respecto a la zona externa. En cuanto al sector interior, tanto el conjunto de playas que se encuentran al sur de la punta de Gandarío (Regueiros, Cabaña, Pedrido) y hasta el puente de Pedrido, como los arenales de la Insúa y punta de Xurelos la conchuela disminuye notablemente hacia valores inferiores al 30%, pero quedan aún en porcentajes significativos con valores medios del 16,9%.

Se ha calculado para cada muestra el contenido de carbonato cálcico en las diferentes fases de la fracción arenosa; para la arena gruesa (2,00-1,00 mm.) los porcentajes de conchuela de 70% a 100% son frecuentes, mientras que para la arena muy fina oscilan entre 5% y 35%; las fases arenosas media (1,00-0,50 mm.) y fina (0,50-0,20 mm.) ofrecen una amplitud de porcentajes de 50%-85% y 35%-70%, respectivamente. Estos cambios de contenido en conchuela en función de las dimensiones sirvieron para establecer el principio general de que el contenido de sedimentos organógenos calizos en las arenas varía en razón directa del grosor de las partículas (Guilcher, 1964).

En consecuencia, gran parte de los sedimentos arenosos de la ría están constituidos por fracción organógena consistente en fragmentos de conchas y caparazones calizos; hacia el interior esta fracción se reduce acusadamente pero sin llegar a desaparecer; concretamente en la playa de Pedrido el contenido de carbonato cálcico en las arenas alcanza el valor de 29% lo que evidencia un aporte de fracción organógena natural y actualmente activo.

CONSIDERACIONES FINALES

Esta noche se considera, como ya señalábamos en la introducción, una contribución al estudio aún iniciado, de las rías centrales de Galicia; por tanto, sin entrar en consideraciones y conclusiones definitivas, intentamos sólo obtener ciertas manifestaciones morfodinámicas propias del dominio marino y en relación con los caracteres sedimentológicos de los materiales que ocupan los espacios de este extenso accidente geográfico. la ría de Betanzos alberga

numerosas formas litorales de notable interés y de gran significación en su estado actual de relleno que alcanza hasta los espacios más interiores.

Las variaciones granulométricas que se manifiestan en los diferentes espacios de la ría no tienen carácter constante, sino más bien son de tipo muy local; se trata de acumulaciones semiheterométricas, con materiales a escala de cantos y pequeños bloques, salvo los centiles que corresponden a tamaños de medianos y grandes bloques en la mayoría de los depósitos.

El análisis litológico muestra el origen local de los cordones de cantos y bloques, los cambios experimentados por los materiales de naturalezas distintas y en los diferentes espacios de la ría, son muy fuertes; por ejemplo, para los cantos de cuarzo de 2-6 cm. los porcentajes obtenidos van de 1% a 56%; para las cuarcitas y pizarras, en los mismos tamaños, varían entre 3%-30% y 1%-40%, respectivamente. En consecuencia, las modificaciones litológicas, tanto de los elementos raros o muy poco frecuentes como de aquellos dominantes de los espectros, son acentuadas y muy variables de unos parajes a otros, sin seguir un comportamiento y evolución en el conjunto de carácter sistemático.

Las acumulaciones de materiales gruesos son abastecidas casi totalmente a partir de la destrucción de las cantiles y en menor proporción a través de corrientes de deriva y marejadas relativamente moderadas; un carácter general de la mayoría del frente costero de la ría de Betanzos es la falta de actividad fuerte de la dinámica marina que no permite acentuada abrasión mecánica; en la morfología y modelado costero se descubre un retoque mínimo de la acción marina y gran influencia climática y topográfica.

Los depósitos de materiales gruesos de la ría de Betanzos se han establecido en un medio poco violento, probablemente debido a su posición abrigada de la acción directa del mar; ninguna diferenciación importante del coeficiente de desgaste en los diferentes espacios de la ría; sólo dos estaciones muestran valores comparables con una agitación marina fuerte (Md. Id. = 333 y 419); otras acumulaciones están constituidas por materiales poco usados, con desgastes inferiores a 200, quizás procedentes de formaciones antiguas; por ejemplo, las medidas efectuadas sobre un depósito antiguo próximo a Bermaño muestra caracteres muy semejantes a muchos de los actuales. El resto de los depósitos se comporta como acumulaciones marinas de materiales relativamente pocos desgastados (Md. Id. = 203-292) en un medio hidrodinámico de mediana actividad y casi abrigado de la violencia del oleaje y marejadas; algunas estaciones de muestreo quedan situadas en pequeñas ensenadas o en reducidos entrantes, donde la dinámica es aún más débil. La fuerte fragmentación del material, puesta en evidencia por el elevado índice de disimetría, permite considerar muy posiblemente la procedencia de ciertos elementos cuarzosos de formaciones anteriores que han sufrido accionamiento periglacial por gelivación. En síntesis, el desgaste de cantos es variable probablemente por que las condiciones de ataque marino actual y reciente — que repercuten directamente en la morfología de los sedimentos — se encuentren interferidas por mezclas de materiales procedentes de formaciones antiguas; también, el medio poco batido — salvo fuertes temporales — y las diferentes posiciones geográficas de los depósitos detríticos, influyen en las variaciones morfológicas de los cantos.

La muy buena y buena clasificación del material arenoso y la escasa o prácticamente nula cantidad de fracción menor de 60 micras, son caracteres comunes a los espacios comprendidos en las rías propiamente dichas; unas veces la abundancia de arenas, dentro de las rías, se atribuye a procesos eólicos (Hernández-Pacheco y Asensio Amor, 1966) a partir de formaciones dunares del litoral próximo y otras, al transporte a través de las corrientes marinas y de fondo; a parte de estos dos orígenes, los aportes laterales hacia la ría por la red fluvial y vertientes son bien manifiestos, particularmente en las zonas interiores.

Considerando los datos obtenidos de calcimetría de arenas recogidas en playas actuales, se deduce que el contenido en conchuela es mediano — son raros los valores superiores a 60% e inferiores a 10% — y muy variable de unos espacios a otros; en las playas exteriores el contenido de carbonato cálcico es relativamente alto, lo que evidencia la importancia del material organógeno en la composición de la fracción arenosa; en las zonas interiores los fragmentos de conchuela son menos abundantes, pero todavía no llegan a desaparecer, lo que se traduce en una clara influencia del componente marino en estos espacios más abrigados.

BIBLIOGRAFIA

1970. ASENSIO AMOR, I. Rasgos geomorfológicos de la zona galaico-astúr en relación con las oscilaciones glacio-eustáticas. *Estudios Geológicos*, XXVI, 29-92 (pág. 59).
- 1968 a. ASENSIO AMOR, I. Y CARBALLO MUCIOTTI, L. F. Condiciones de sedimentación en la ría de Cedeira. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, LXVI, 5-19.
- 1968 b. Idem. Contribución al estudio de sedimentos detríticos en la ensenada de Cariño y ría de Santa Marta de Ortigueira. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, LXVI, 91-104.
1964. ASENSIO AMOR, I. Y TEVES RIVAS, N. Proceso erosivo marino y formación de canturrales en la ría de Foz. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, LXII, 347-359.
1965. Idem. Erosión y formación de canturrales en la ría de Vivero. *Bol. R. Soc. Hist. Nat.*, LXIII, 49-62.
1965. COTTON DE BENNETOT, M.; GUILCHER, A. ET SAINT-REQUIER, A. Morphologie et sédimentologie de l'Abert Benoît (Finisterre). *Extr. Cahiers Oceanographiques*, XVII, 6, 377-387.
1964. GUILCHER, A. La sédimentation sous-marine dans la partie orientale de la Rade de Brest, Bretagne. *Develop. in Sedimentology*, I, 148-156.
1966. HERNANDEZ-PAHECO, F. Y ASENSIO AMOR I. Estudio fisiográfico-sedimentológico de la ría de Guernica (Bilbao). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 125, 3-29.
1948. Mapa Geológico España. Hoja nº 21. La Coruña.
1950. Mapa Geológico España. Hoja nº 45. Betanzos.
1975. I. G. M. E. Hoja nº 21. La Coruña.
1966. NONN, H. Les régions cotières de la Galice (Espagne). Etude geomorphologique. *Les Belles Lettres*, 95 Boulevard Raspail. Paris VIe.
1956. PARGA PONDAL, I. Nota explicativa del Mapa Geológico de la parte NW. de la provincia de La Coruña. *Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, nº 5.
1913. SCHEU, E. O. Cit. Die rias von Galicien, ihr Werden und vergehen. *In Zt. Ges. Erd. K. Habilitationsschrift*. Berlin.
1958. TORRE ENCISO, E. Estado actual del conocimiento de las rías gallegas. *Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, nº 7, 237-249.

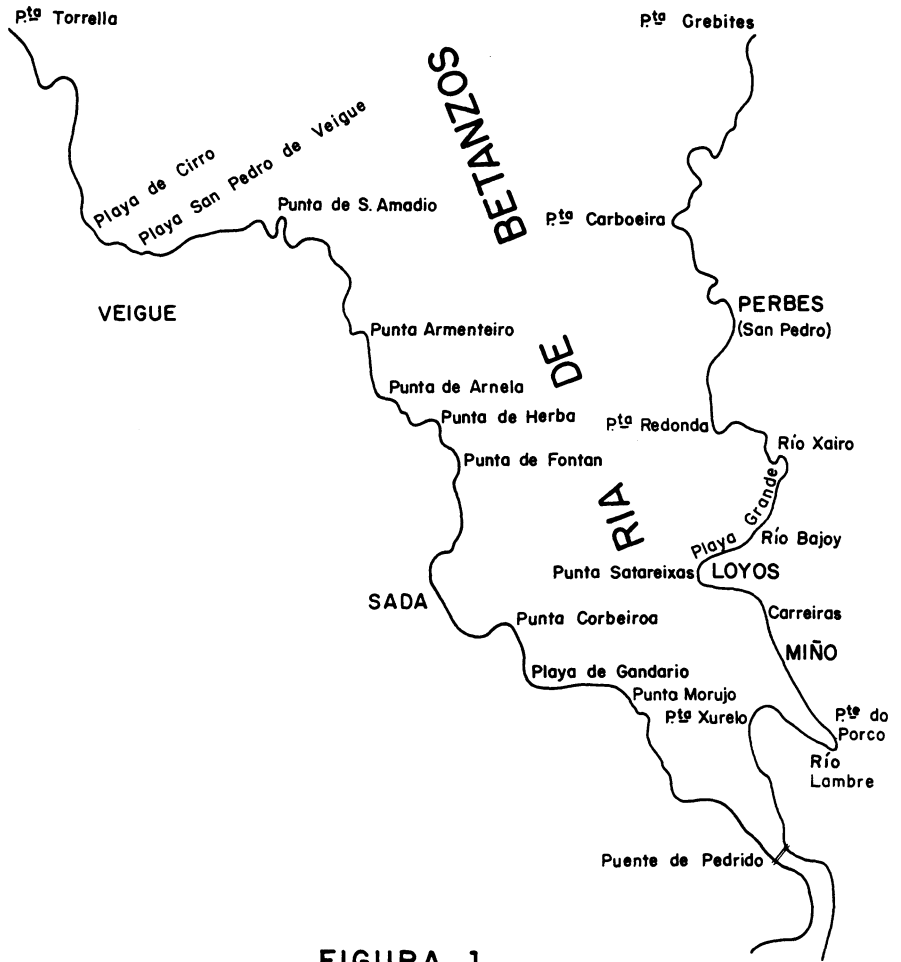


FIGURA 1



Fig. 2.—Puente de Bergondo (Pedrido); zona límite playera con caracteres de estuario. Foto: M. Grajal.

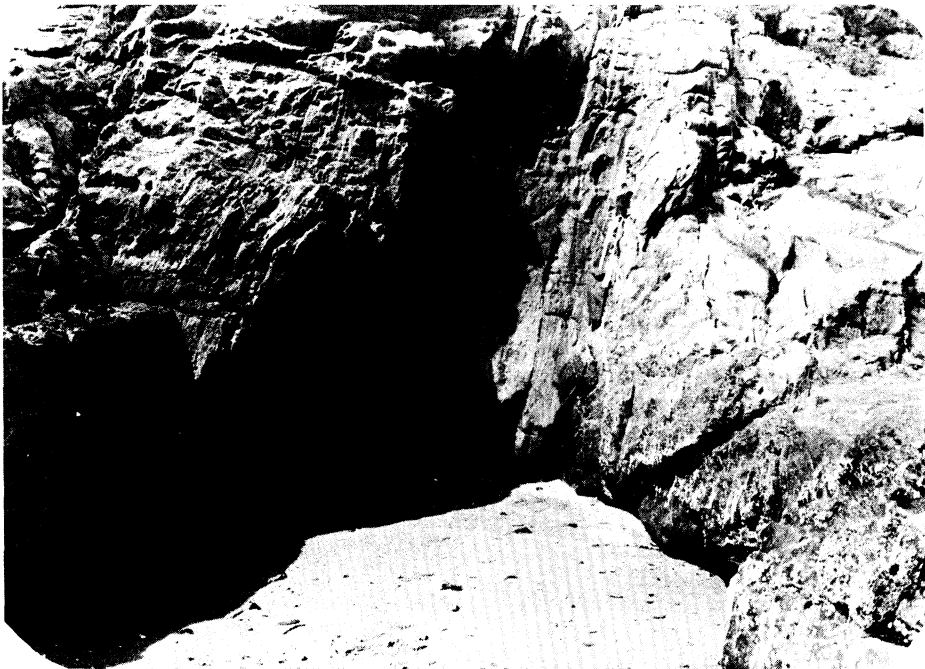


Fig. 3.—Playa de San Pedro de Perbes; gruta de abrasión marina rellena de materiales detríticos. Foto: M. Grajal.

CURVAS GRANULOMETRICAS

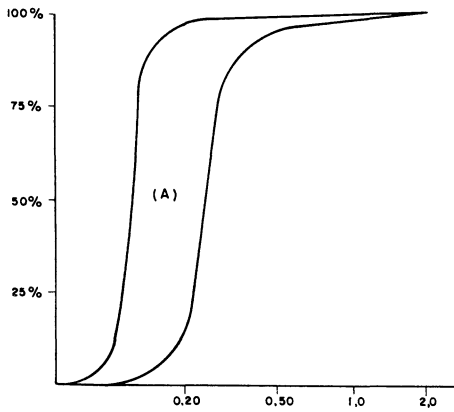
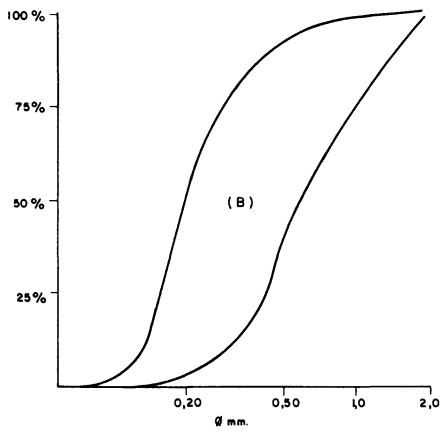


FIGURA 4



CURVAS GRANULOMETRICAS

