

*Perspectiva histórica del conocimiento geológico
de las rías gallegas.*

*An historical review of the geological studies
of the Galician rias.*

G. MÉNDEZ y D. REY

Departamento de Xeociencias Mariñas e Ordenación do Territorio.
Universidade de Vigo, 36200 Vigo.

RESUMEN

La compleja problemática referente a la evolución geológica de las rías gallegas ha generado una interesante producción científica cuyo conocimiento previo es importante para abordar cualquier estudio referente a la geología de las rías o costa gallegas. Su evolución muestra en buena medida el progreso de la disciplina geológica y la introducción progresiva de conceptos y teorías a través de las personas e instituciones entorno a las que se realizaron las investigaciones y el contexto histórico. Desde la adopción del término ría propuesto por Von Richthofen en 1886 para expresar un tipo de costa caracterizada por la existencia de un valle ocupado por el mar, diversos autores han tratado de explicar su evolución geológica. En este sentido se han podido establecer dos fases. La primera, que se extiende hasta la primera mitad del s. XX, se caracteriza por la contribución de geógrafos extranjeros. Por el contrario, durante la segunda etapa, estas investigaciones se realizan inicialmente bajo los auspicios del Laboratorio Xeolóxico de Laxe (A Coruña), y con posterioridad desde las universidades gallegas.

Palabras clave: rías, historia de la ciencia, Galicia, costa.

ABSTRACT

The complex problem of the origin of the Galician rias has generated an interesting scientific discussion which is important to know when approaching their study. The associated scientific production shows the progress in the geo-

logical discipline since de XIX century and subsequent introduction of new concepts and theories. This process was mostly prompted by individuals and institutions under the influence of distinct personal and historical contexts. Since the acceptance of Von Richthofen definition of ria in 1886 as an stretch of coast characterised by the occurrence of a (paleo)valley occupied by the sea, several authors have intended to explain their origin and evolution with different degree of success.

We have been able to distinguish two phases in this progress. The first phase is characterised by the contribution of foreign geographers and extend well into the first half of the twentieth century. The second phased is defined by the research carried out under the auspicious of the Laboratorio Xeoloxico de Laxe (A Coruña), firstly and of the Galician universities later.

Keywords: rías, history of science, Galicia, coast.

INTRODUCCIÓN

Durante varios siglos la escasa investigación desarrollada en torno a la costa y rías gallegas (Fig. 1) se centró, casi exclusivamente, en el conocimiento hidrográfico plasmado en cartas náuticas y derroteros. Esta información, cuya calidad alcanzó cotas notables desde finales del s. XVIII, sentó las bases para su definición y caracterización morfológica, proporcionando un importante registro del estado del litoral en el pasado próximo, y por tanto de su evolución geológica más reciente.

Las rías han centrado la atención e interés de los distintos científicos que las han estudiado desde muy diversas perspectivas. En cuanto a su geología, los estudios se iniciaron con retraso respecto a otros campos, como la biología. No es hasta finales del s. XIX que los geólogos y geógrafos físicos le dedican su atención.

Es intención del presente trabajo presentar, como introducción al número monográfico de *Cuadernos de Geología Ibérica* sobre las rías, un esquema de la evolución histórica de su conocimiento. Esta perspectiva histórica se completa, cuando es preciso, con breves incursiones en los condicionantes biográficos de los investigadores cuyas contribuciones han tenido una incidencia especial, y sin las cuales esta perspectiva histórica sería difícilmente comprensible.

LA ADOPCIÓN DEL TÉRMINO EN EL LÉXICO CIENTÍFICO

El término ría tiene un origen relativamente lejano en el tiempo, figurando ya en la edición de 1495 del vocabulario hispano-latino de Elio Antonio de Nebrija en el que se hace equivaler a “puerto de río, ostium fluminis” (Nebrija, 1951), tal como podemos encontrarlas referidas en algunos de los autores clásicos, por ejemplo el geógrafo Ptolomeo. Sin embargo, el término parece haber

mapa de Galicia de Ojea en la edición de 1603) (Ortelius, 1570, 1602, 1603; Méndez, 1994) en el que varias rías se denominan con este término. El término fisiográfico “ría” aparece como genérico de los topónimos costeros de Galicia y del resto de la costa cantábrica. En 1886 el geógrafo y geólogo Ferdinand Paul Wilhelm von Richthofen, nacido en Carlsruhe (en la entonces prusiana y ahora polaca Alta Silesia) en 1833 y fallecido en Berlín en 1905, conocido por sus importantes estudios sobre el Asia oriental, adopta el término ría para designar un tipo de costa, y por primera vez, como una forma asociada a su génesis. Así, la costa de rías será aquella costa transversal en la que el mar ha penetrado en la parte final de los valles.

Desde su adopción como término que designa un tipo de costa tras su empleo por el alemán Von Richthofen (1886, reimpresso en 1901 y 1973), se ha extendido tal significado hasta su inclusión en el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (1970): “Penetración que forma el mar en la costa, debida a la sumersión de la parte litoral de una cuenca fluvial de laderas más o menos abruptas” (también tiene la acepción segunda: “Ensenada amplia en la que vierten al mar aguas profundas”).

En el siglo de las exploraciones y al inicio del periodo colonial (s. XIX) Von Richthofen participará de este contexto realizando diversos viajes. Interviene en una misión germana al Asia oriental, realiza una prolongada estancia en California, vuelve a Asia para recorrer toda China... Von Richthofen en su *guía para viajeros de investigación* caracteriza a las rías como propias de las costas transversales o discordantes (perpendiculares, o casi, a la estructura general de la región), tal como aún podemos encontrarlas definidas en algunos diccionarios geográficos. Se trataría, pues, de una condición que no cumpliría la totalidad de las rías gallegas.

LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX

Tras el apunte inicial de Von Richthofen, durante la primera mitad del siglo XX son escasos los trabajos dedicados a las rías. En 1902 Schurtz hace notar la insuficiencia en el estudio de las rías como motivación para su trabajo dedicado tanto a las Rías Bajas como a las Altas de As Mariñas coruñesas. Se trata de un trabajo geográfico en el que junto con la descripción física se realiza la socioeconómica, con atención a la caracterización de sus principales núcleos urbanos y portuarios. En cuanto a la génesis de las rías, Schurtz, atendiendo a las ideas de aquella época, considera que la penetración del mar se debió a los movimientos verticales de la costa.

Como destaca Torre Enciso (1958), Schurtz se equivoca al creer que los valles fluviales a partir de los cuales se originaron las Rías Bajas son valles longitudinales, puesto que son transversales al cortar con dirección NE-SO o ENE-OSO las “unidades petrográficas” occidentales gallegas de clara dirección N-S, error que para dicho autor tendría su explicación en el desconocimiento de

la geología gallega. Por nuestra parte creemos que el error podría tener otra explicación. Es cierta la insuficiencia en el conocimiento geológico de Galicia. El “Mapa petrográfico del Reino de Galicia” de Guillermo Schulz, de 1834 (1835), apenas sugiere ciertas direcciones N-S en el occidente gallego. Sin embargo, la cartografía corográfica de la época podría sugerir las direcciones transversales a la costa. Desde mediados del siglo XVIII la difusión de las ideas de Buache (1752, 1753a, 1753b) defendidas inicialmente en su “Ensayo de Geografía Física” habían ganado seguidores y tenían su proyección en la cartografía. Philippe Buache “llegó a la conclusión de que las cuencas fluviales estaban limitadas por relieves periféricos, de manera que la divisoria de agua correspondía siempre a cordilleras. De esta manera, conocido el curso de los ríos era posible deducir la configuración del relieve...” (Capel y Urteaga, 1983). Así, desde principios del siglo XIX diversos documentos cartográficos, numerosos en la segunda mitad del siglo, dibujan cordilleras en las divisorias de aguas de los más importantes ríos gallegos, por lo que las Rías Bajas aparecen con una serie de alineaciones NE-SO (Méndez Martínez, 1994, 2000). Incluso en la tercera o cuarta década del siglo XX, el coronel de infantería Verardo García Rey (*s.a.*), experto en fisiografía española, repite el error en su análisis y esquema gráfico desarrollado en la “Descripción física general de Galicia” inserta en la “Geografía general del reino de Galicia” dirigida por Francisco Carreras y Candi (*s.a.*) (Fig. 2).

Por ello, en la aceptación que Schurtz hace de la definición de Von Richtofen como costa transversal no sólo se encuentra la insuficiencia de información petrográfica sino muy posiblemente el error de ambos al aceptar la figuración cartográfica en uso.

Desde el punto de vista geológico resulta de mucho mayor interés el trabajo de Scheu (1913). Sus observaciones le llevan a plantear una serie de hipótesis para explicar las aparentemente contradictorias observaciones. Centrando su atención en las Rías Bajas trata de explicar su génesis apoyándose en el bradismo que explicaría el hundimiento de la zona costera y su ocupación por el mar de la parte final de los valles. Pero, teniendo en cuenta el encajamiento del Léz y Verdugo-Oitavén, principales tributarios respectivamente de las rías de Pontevedra y Vigo, se plantea si ello no se deberá precisamente al levantamiento. Plantea también la posibilidad de un hundimiento interrumpido por etapas de pausa. Asimismo expone la posibilidad de basculamientos y combaduras como explicación a sus observaciones. Finalmente parece decantarse por el levantamiento como explicación al encajamiento de los mencionados cursos fluviales y el posterior hundimiento para explicar la penetración del mar en los valles. En su interesante análisis advierte también del emplazamiento de las rías tanto en antiguas superficies de erosión, como en áreas graníticas incisas por valles fluviales que no han alcanzado su madurez geomorfológica.

En un análisis individualizado de la morfología de las distintas rías, considera que tanto la de Pontevedra como la de Vigo (Fig. 1) son rías jóvenes, mientras que las rías de Arousa, O Burgo y Betanzos estarían en proceso de ma-

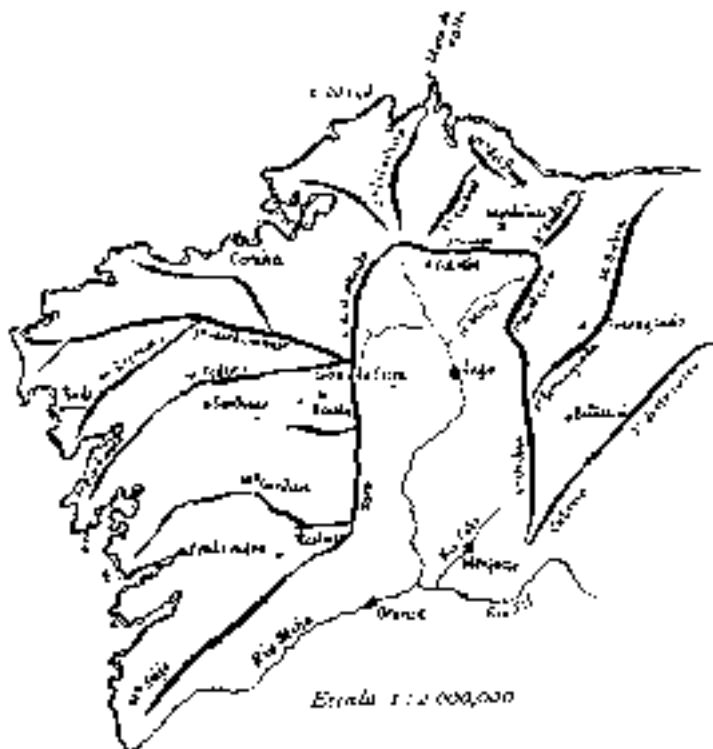


FIG. 2.—Esquema gráfico de las principales alineaciones montañosas gallegas inserto en la “Descripción física general de Galicia” de Verardo García Rey (s.a.), (“Geografía general del reino de Galicia” dirigida por Francisco Carreras y Candi). Original de 8 × 8,5 cm de mancha.

FIG. 2.—Diagram showing the main Galician mountain ranges lineations included in the work of General physical description of Galicia by Verardo García Rey (s.a.), (General geography of the Galician kingdom, directed by Francisco Carreras y Candi). 8 × 8,5 cm in the original maximum dimension printed.

duración en atención a la importancia que en ellas tienen los procesos de acumulación.

Respecto a la relación entre costa y estructura, para este autor la costa de las Rías Baixas es geológicamente neutral al considerar que el granito y esquistos cristalinos de esta zona occidental gallega carecen de estructura. Ya hemos apuntado anteriormente como la ausencia de trabajos lleva a estos primeros estudios a no conocer la disposición N-S de las estructuras en el área. Torre Enciso (1958) se confunde cuando al comentar la obra y la interpretación que Scheu hace de la disposición de la costa afirma “la costa de nuestras rías bajas, debe considerarse, en su conjunto, como costa transversal respecto a la estructura geológica general del país”, pues transversales serían las rías y no así la disposición general de la costa.

Próxima la mitad del siglo XX, Walter Carlé (1947, 1949) publica un artículo dedicado a “Las rías bajas gallegas”. En él resalta la dificultad de adaptar la compleja realidad y diversidad existente entre las propias rías gallegas a la primitiva definición de entrantes de mar en países montañosos como consecuencia de la sumersión de la parte final de los valles en el mar. En una revisión general de la costa gallega destaca la variedad de rías y el fuerte contraste de orientación y tamaño entre las pequeñas existentes al este de cabo Ortegal y las grandes Rías Bajas. Para Carlé no sólo ha habido un hundimiento general ya que las rasas o plataformas de abrasión de algunos sectores de las rías occidentales se habrían levantado por movimientos epirogénicos. Por otra parte resalta el contradictorio perfil de los ríos que vierten a la costa occidental gallega, con aspecto senil en la parte superior del valle y la frecuencia de rápidos y cascadas en tramos próximos a su desembocadura. Entre ellos destaca el caso del Xallas que desemboca mediante una gran cascada en Ézaro (Fig. 1).

La contradicción se encuentra pues, según Carlé, entre el hundimiento de los tramos inferiores de los valles fluviales y el levantamiento epirogénico del país. Para él, la tendencia al “alzamiento” del viejo escudo gallego, tal como resume Torre Enciso (1958), “daría lugar al desmembramiento del mismo según diferentes direcciones de fractura. Como compensación del movimiento de elevación, se producirían hundimientos en las áreas falladas que conducirían a la formación de fosas, más tarde convertidas en rías. Finalmente, las zonas de hundimiento habrían sido de nuevo afectadas por el alzamiento general del macizo gallego, como lo demuestran las rasas de abrasión marina que marginan algunos sectores de la costa”. Rechaza la alternativa consistente en que primero se hubiese producido un hundimiento total del país, seguido de un posterior movimiento de elevación. Con todo ello, Carlé trata de resolver las dudas y contradicciones que planteaba Scheu (1913) entre levantamientos y hundimientos, tratando de establecer una solución en la relación entre epirogénesis y tectónica. Precisamente, a la tectónica gallega había dedicado poco antes su atención (Carlé, 1945, 1950).

EL TRABAJO E INFLUENCIA DEL “LABORATORIO XEOLÓXICO DE LAXE” EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX

El papel aglutinador del Laboratorio Xeolóxico de Laxe, fundado hacia 1940 por Isidro Parga Pondal tras su expulsión de la cátedra de geoquímica de la universidad compostelana en 1936, es fundamental en el desarrollo de las investigaciones geológicas sobre las rías y de Galicia en general. Nos referimos no solamente a los estudios generados por sus miembros, como Torre Enciso, sino también a la capacidad de atracción de investigadores extranjeros que el instituto demostró. Fruto de ello serán los estudios de miembros de distintas universidades europeas entre los que encontramos a Henri Nonn de la de Estrasburgo o a A.J. Pannekoek de la de Leiden.

El profesor coruñés Eugenio Torre Enciso, muy próximo a Isidro Parga Pondal y al Laboratorio Xeolóxico de Laxe, interesado por la geomorfología y geología cuaternaria gallega, publica su síntesis sobre las rías gallegas (1958) en la que junto a la revisión pormenorizada de los estudios anteriores plasma su interpretación del problema. Acepta de partida el “alzamiento epirogénico relativamente reciente” observable a través de los perfiles longitudinales de los ríos, en los que habría dejado “un fuerte codo por el que descienden las aguas formando rápidos o cascadas”, así como en el fuerte encajamiento de los cursos actuales sobre “un paisaje perteneciente a un ciclo de erosión más antiguo”. Enumera los ríos que cumplen estos requisitos y destaca un hecho ya apuntado por Scheu (1913) y Carlé (1947): el frecuente encajamiento de los cursos fluviales “especialmente en la parte menos distante de su desembocadura, que fue la que sufrió los efectos de la última onda erosiva remontante”. La erosión remontante sobre un valle relativamente joven supondría un encajamiento en el sustrato hercínico, dejando colgados fondos de valles antiguos (por ejemplo en el tramo final del Tambre), mientras que por el contrario, la erosión remontante sobre los rellenos aluviales del tramo inferior del Miño, daría lugar a la formación de terrazas fluviales. Destaca asimismo los grandes cambios de régimen fluvial “que experimentaron los ríos durante las alteraciones climáticas del cuaternario” evidenciados por la existencia de terrazas en zonas bajas interiores relativamente elevadas, más allá de la acción de las oleadas de erosión remontante.

Apoyándose en la existencia de un encajamiento tan destacado como es el de la confluencia de los ríos Miño y Sil en el interior de Galicia, cuyos valles en V están “coronados por un penillano más o menos claramente desenvuelto” Torre Enciso (1958) considera que el alzamiento es un fenómeno que afecta al país gallego en general en la segunda mitad del Terciario y muy especialmente durante el Plioceno, es decir, antes de la formación de las más antiguas terrazas cuaternarias, las cuales deben su existencia a la continuación de dicho movimiento de alzamiento durante el Pleistoceno. Tras haber tratado de dar una aproximación cronológica, Torre Enciso introduce una cuestión clave de la formación de las rías al considerar como fundamentales las oscilaciones marinas glacioeustáticas. Para él, el hecho de que los valles excavados por causa del levantamiento se prolonguen bajo el actual nivel del mar, interpretado hasta aquel momento en base a la tectónica, sería resultado en lo fundamental “de las fuertes oscilaciones que ha experimentado el nivel marino durante el cuaternario, y que según los geólogos hay que atribuir en su mayor parte al glacioeustatismo [...] Se admite hoy que estas oscilaciones marinas se superpondrían a los movimientos verticales que simultáneamente podrían tener lugar tanto en el ámbito de las tierras firmes como en el fondo de los océanos”.

Concluye entonces que la excavación de los valles en su parte hoy invadida por el mar, se produjo durante la última o las últimas glaciaciones en las que el nivel del mar se encontraría a unos 100 metros por debajo del nivel actual y que “el mar se posesionó de la forma cóncava así creada” al producirse la transgre-

sión post-Devensense (post-Würm). Asigna así el mayor peso del proceso al eustatismo sin renunciar a los procesos isostáticos.

Tras esta aportación conceptual al proceso general de formación de las rías, Torre Enciso pasa a realizar el estudio de los distintos sectores litorales gallegos. Cuenta ya con una cartografía topográfica de cierta calidad. Las hojas del mapa 1:50000 del Galicia no estuvieron concluidas hasta 1954. Las primeras ediciones de las hojas gallegas están publicadas entre 1929 (Betanzos) y 1954 (Los Nogales). Comprueba así que el alzamiento no es uniforme en el conjunto gallego, que está escindido en bloques por efecto de la orogenia alpina. Acepta como posible causa de esto el movimiento de “combadura o abovedamiento” referido por Scheu en 1913. Aprecia no sólo un alzamiento diferencial entre bloques sino también falta de uniformidad o inclinación dentro de cada uno de ellos, con claras implicaciones en la orientación de la red hidrográfica. Ello le lleva a identificar qué bloques son los que por tener fachada marítima repercuten en las rías, y así establecer diferencias en las características y evolución de cada una de estas unidades morfotectónicas. Todo esto le permite hacer la siguiente clasificación de las rías gallegas (1954, 1958) (Fig. 3):

I.— Rías del bloque septentrional o rías altas en sentido estricto, verdaderas rías transversales respecto a la costa, que adquieren su pleno desarrollo en la mitad occidental del bloque —rías de Ortigueira, El Barquero y Vivero—, mientras que en la mitad oriental, recientemente alzada, se ajustan al tipo asturiano —rías de Foz y de Ribadeo.

II.— Rías enclavadas en los bordes de la penillanura que se extiende por el noroeste gallego. Difieren profundamente de las anteriores por su orientación y desarrollo, por lo que las distinguimos con el nombre de rías centrales. La ría de Cedeira, el conjunto lobulado del seno coruñés, y las rías de Lage, Camariñas y Corcubión pertenecen a este grupo.

III.— Rías del bloque sudoccidental o rías bajas, de vastas proporciones, y que tienen de común con las del grupo anterior su condición transversal no sólo respecto a la costa, sino también respecto a la orientación de los antiguos plegamientos y unidades petrográficas. Comprende este grupo la ría de Muros y las rías pontevedresas” [Vigo, Pontevedra y Arousa].

En su síntesis, Torre Enciso no deja de mencionar otras cuestiones interesantes como el desproporcionado desarrollo de los valles laterales en aquellos valles transversales a las unidades petrográficas, las diferencias en altitud y anchura de las rasas septentrional y sudoccidental (ya apuntadas por Hernández Pacheco, 1950, y Lautensach, 1941) como indicadores del alzamiento desigual e inclinación, o la primordial importancia de la tectónica (del “resquebrajamiento del macizo gallego”) en la génesis de las rías.

Por su parte, el francés Henri Nonn, geógrafo vinculado a la Universidad de Estrasburgo realizó una importantísima contribución al conocimiento de la geomorfología de las regiones costeras gallegas. Dedicará más de una década al conocimiento de éstas áreas hasta la conclusión de su tesis “Les régions cotières

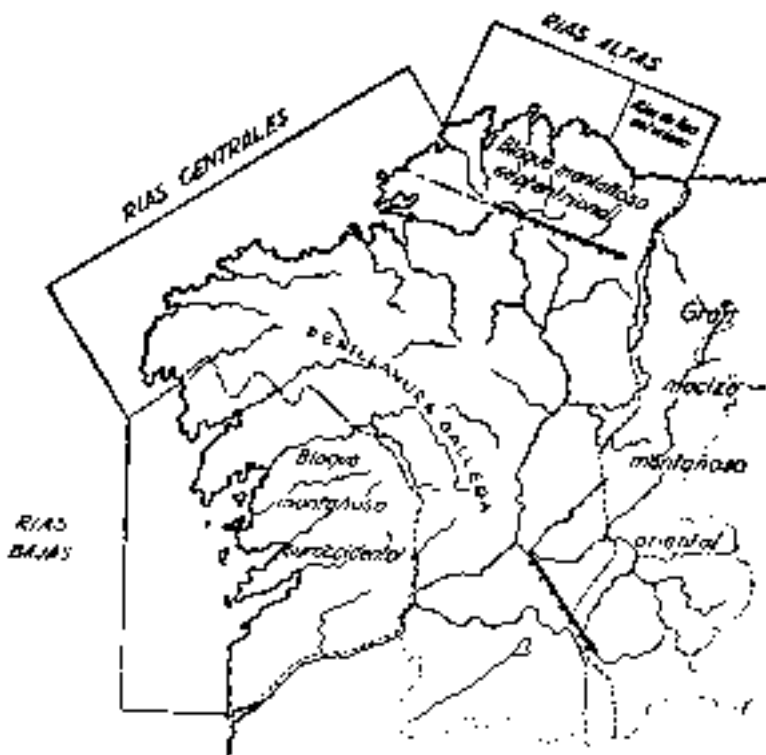


FIG. 3.—Mapa de Torre Enciso (1958) reflejando “las rías gallegas y su marco geográfico, con indicación de las fracturas fundamentales que individualizan a determinados bloques corticales.

FIG. 3.—Map of Torre Enciso (1958) showing “the Galician Rias and their geographical location, with indication of the main fractures and their corresponding crustal blocks.

de la Galice (Espagne). Étude géomorphologique” (1966). Durante este tiempo irá realizando diversas publicaciones a modo de avance de su posterior síntesis y colaboraciones en estudios afines (Nonn, 1958a, 1958b, 1960, 1964; Nonn y Medus, 1963; Asensio y Nonn, 1964a, 1964b; entre otras en colaboración). También recogerá algunas de estas cuestiones en su tratado sobre “Geografía de los litorales” (1987).

En su riguroso y detallado estudio del litoral gallego entra en el debate existente sobre la idoneidad de aplicar el término ría a distintos tipos de entrantes de mar, con génesis diferente, y analiza las formas topográficas que deben comprender las rías. A partir de ello, de los rasgos comunes, está en condiciones de establecer tipos individualizados, que en lo referente a la costa gallega son tres (Nonn, 1966):

“- El primer tipo corresponde a la parte inferior de un sistema fluvial anegado (“riviere” o “aber” en Bretaña). Allí es efectivamente un río de bastante

gran importancia que es responsable de la amplitud o extensión de la ría y a veces de su trazado. Esto no significa la inexistencia de “conurrencias externas”: retroceso o alejamiento de las vertientes favorecido por una alteración intensa de las tierras, intervención de la tectónica en el detalle, hasta en el conjunto del dibujo de la ría”. Los casos más destacables de rías de este tipo se encontrarían en el litoral cantábrico: (Ortigueira, Barqueiro, Foz, Ribadeo). En las costas expuestas al NW se identifican ejemplos parcialmente semejantes (rías de Cedeira, Ferrol, Ares y Betanzos, Laxe y Camariñas) y en las expuestas al oeste se apunta que esta forma, cuando existe, se limita a las partes más internas de las rías.

“- El segundo tipo está caracterizado precisamente por el lugar preponderante que toma la tectónica en la realización de la extensión y los contornos de la ría. Se individualiza sobre todo cuando los ríos correspondientes son absolu-

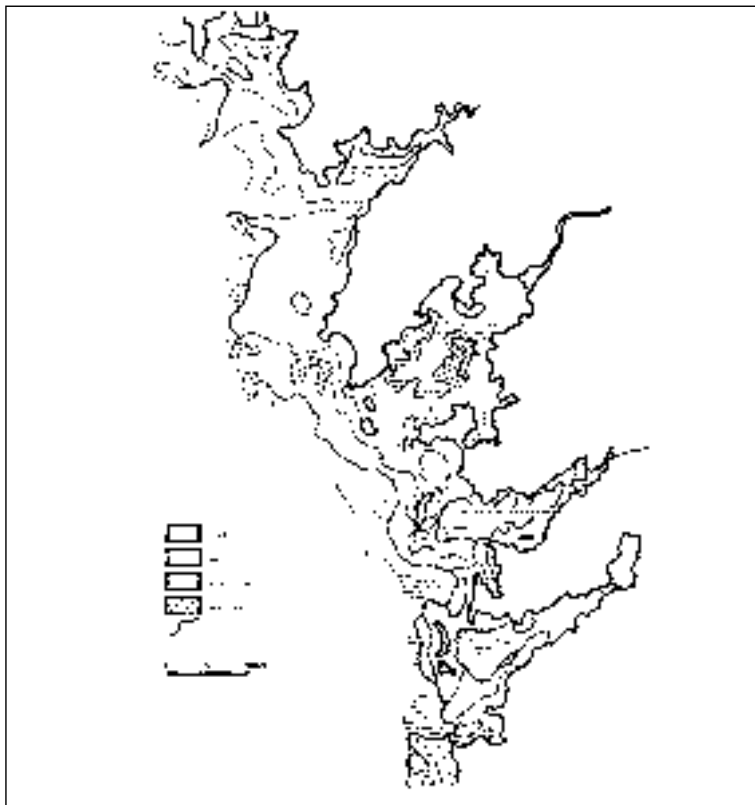


FIG. 4.—Cartografía de sedimentos de las Rías Baixas según Nonn (1966, figura 81). Vase = fango, sable = arena, graviers = gravas, pierres = piedras, littoral = littoral.

FIG. 4.—Map of the sediment distribution of the Rías Baixas, after Nonn (1966, figure 81). Vase = mud, sable = sand, graviers = gravel, pierres = rocks, littoral = littoral.

tamente incapaces de justificar el tamaño de la ría”. El análisis realizado de los sistemas hidrográficos del Verdugo-Oitavén (Fig. 1) para la ría de Vigo, del Lézrez para la de Pontevedra y del Tambre para la de Muros y Noia demostrarían, según Nonn (1966) que el caudal actual no justifica las dimensiones de esas rías. Estando, así, fuera de duda “que los hundimientos o algunas fallas desnivelando los bloques ribereños son responsables de la amplitud anormal de las Rías Baixas” (Fig. 4).

“- Un tercer tipo está representado en Galicia por las rías de A Coruña y Arousa. Se trata de cubetas de alteración terciaria anegadas. Son también “rías” por el hecho mismo de que un río de importancia no despreciable tiene en ella su desembocadura, y que ha inscrito también su curso cuando las regresiones, puesto que ha contribuido a su hundimiento y a su desmonte [...]”. Diversos procesos de su formación habrían dado lugar a su característica tendencia a la forma “globular o ameboidea”.

Por supuesto que las rías podrían tener características mixtas e incluso la clasificación anterior vendría dada por la prevalencia de unos procesos sobre otros en unos entornos en los que se sucede la multicausalidad. “Ante esta situación, deseáramos que en el seno de la familia de costa de rías, se haga un esfuerzo con vistas a una subdivisión que tenga en cuenta las modalidades de su génesis; y que, puesto que esto es posible, se precise si se trata de un “aber” o “ría-embudo” (tipo 1), o “ría tectónica” (tipo 2), o una “ría-alveolo” (tipo 3), o una “ría compuesta” incorporando de un u otro de los tipos fundamentales precedentes”. Estas subdivisiones vendrían a cubrir y explicar las diferencias de configuración y de dimensión relativa (con relación a la cuenca-vertiente de los ríos tributarios principales).

En 1966 el geólogo holandés A. J. Pannekoek, profesor de la Universidad de Leiden, publica los resultados de sus investigaciones sobre la geomorfología de la ría de Arousa y sobre la cuestión de las rías en general (1966a, 1966b).

En la interpretación de eventos que llevaron a la situación actual, Pannekoek presta especial atención a la formación del *rift valley* occidental gallego durante el Plioceno, refiriéndose a la Depresión Meridiana Carballo-Tui. Este hundimiento sería la causa del encajamiento, aguas arriba, de los ríos que vierten en las rías. Sin embargo, el relativamente escaso tiempo transcurrido sería la causa de la falta de regularización del perfil de los ríos, que alcanza sólo unos pocos kilómetros, en función de su capacidad erosiva remontante y de la naturaleza del sustrato rocoso. En la datación atiende a los materiales depositados en el *rift valley* (concretamente los depósitos del valle del Louro, estudiados por diversos autores). Por otra parte, el hecho de que, por lo general, los ríos principales que desembocan en las rías no modifiquen su dirección al atravesar el *rift valley* en su camino al mar, le hace afirmar que se trata de una dirección antigua, ya que también es ésta la dirección del río sobre la penillanura gallega.

Sin embargo, la coetánea publicación de los trabajos de Nonn llevará a Pannekoek a reconsiderar la datación de los depósitos del “*rift valley*”, acep-

tándolos en su trabajo de 1970 como miocenos, e igualmente reconsiderará la edad de los depósitos estratificados de ladera que detecta en la ría de Arousa y que Nonn interpreta como conos torrenciales (glacis) e identifica en otras rías.

En 1970 Pannekoek retoma la cuestión, tomando en consideración el trabajo de Nonn (1966) e interpretando un *envelope map of the relief*, tal como él mismo lo había definido en un trabajo anterior. Este mapa muestra según él “que las características principales del relieve no son controladas por las alineaciones del basamento hercínico sino por fallas de origen hercínico tardío o posthercínico, algunas de las cuales pueden haber sido reactivadas durante el Terciario”. Así, concluye que en el Mioceno se situaron amplios valles en los lugares de los valles fluviales actuales flanqueados por la mayoría de los macizos montañosos. Cerca de la costa actual, los fondos de valle estaban todavía lejos del nivel del mar actual. La zona emergida se extendía más hacia el oeste que en la actualidad. La subsidencia y anegamiento de estas áreas al final del Mioceno, al menos parcialmente a lo largo de las fallas, y probablemente también un levantamiento de la tierra, causó una oleada de nueva erosión para penetrar en los cursos bajos de los ríos y en la Depresión Meridiana, donde su acción fue intensificada

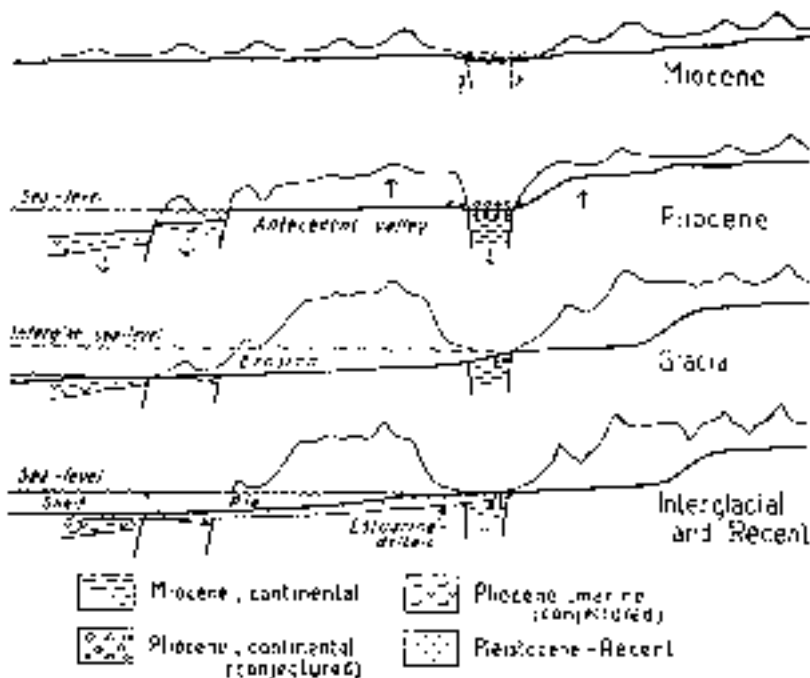


FIG. 5.—Modelo de evolución de las Rías Baixas desde el Plioceno hasta la Actualidad según Pannekoek (1966). Los cortes son paralelos al eje longitudinal de las rías.

FIG. 5.—Model for the evolution of the Rías Baixas from Pleistocene to Present Day, after Pannekoek (1966). Cross sections parallel to the longitudinal axis of the rías.

por la subsidencia profunda local de partes de esta depresión. Durante el Plioceno, y todavía según este autor, estos valles recién incididos, alcanzaron su amplitud actual como consecuencia de una intensa alteración y retroceso de las vertientes. Después de esta etapa, continúa este investigador, la erosión que se produjo durante los primeros periodos fríos del Cuaternario, situó los valles principales a su profundidad actual, formando glaciares en las partes bajas del talud (Fig. 5).

Hay que incluir, asimismo, en este grupo y etapa la figura de Isidoro Asensio Amor (con vinculación familiar a Galicia y a Ribadeo en especial), quien tras estudiar Farmacia en la Universidad Complutense de Madrid, se doctoró en Geología por la de Leiden, en Geografía por la de Estrasburgo y en Farmacia por la Complutense. Sus estancias vacacionales en Ribadeo motivan y facilitan su atención a la geología gallega. Dedicó su tesis doctoral al estudio del río Eo. Publicó numerosos trabajos, en solitario o en colaboración, sobre la geología gallega, especialmente sobre su litoral en aspectos tales como geomorfología, sedimentología, dinámica fluvial y de vertientes, etc. El ámbito espacial de sus investigaciones tiene su centro en la ría de Ribadeo y se extiende, por lo general, a las demás rías del norte.

Por otra parte, si atendemos a criterios bibliométricos, hay que situar en posición destacada los frecuentemente citados trabajos del ilustre ecólogo Ramón Margalef sobre la ría de Vigo (1956, 1958, 1959) en los que aporta dataciones para sedimentos y procesos y primeros estudios sobre la ecología de la ría.

LA INVESTIGACIÓN SOBRE LAS RÍAS DESDE LAS UNIVERSIDADES GALLEGAS

Durante los últimos años, las investigaciones sobre la geología marina de las rías se han centrado fundamentalmente en la Universidad. La actividad científica es en este momento muy intensa, particularmente en las universidades de nueva creación y, como veremos, especialmente en la Universidad de Vigo. Son también destacables, sin embargo, las aportaciones realizadas durante este periodo por el Instituto Nacional de Oceanografía (IEO), ya sea de forma independiente o en colaboración, y los estudios puntuales realizados por el Instituto Tecnológico y Geominero de España (antes Instituto Geológico y Minero de España).

Es de resaltar que la recuperación del protagonismo científico en la materia en cuestión por la universidad está vinculado a la expansión del sistema universitario gallego. Hasta los años ochenta las investigaciones geológicas en Galicia, se realizaban en buena medida en el Departamento de Edafología de la Universidad de Santiago de Compostela. Es aquí donde los catedráticos Francisco Guitián Ojea, químico y farmacéutico de formación, y posteriormente Francisco Díaz-Fierros, farmacéutico, desarrollaron una intensa y brillante labor científica en diversos aspectos de la edafología y geomorfología de Galicia. Por

esa época, la incorporación de geólogos relacionados con la Universidad Complutense de Madrid a los Colegios Universitarios de Vigo y A Coruña, aportará progresivamente unos contenidos geológicos cada vez más formales a la actividad de los departamentos. En 1990 la segregación de las universidades de Vigo y A Coruña, y la configuración del nuevo mapa de titulaciones permitieron la integración de la Geología como ciencia independiente en los nuevos *currícula*. En este contexto, se crea en Vigo la Titulación de Licenciado de Ciencias del Mar, que llevará a la Universidad de Vigo a convertirse en uno de los referentes de la oceanografía geológica en España.

Así, no es de extrañar que las investigaciones sobre las rías en los últimos años hayan tenido sus focos en las universidades gallegas. Sin excluir otras aportaciones creemos significativo destacar dos figuras representativas de tales investigaciones. Con ciertos paralelismos entre ambos, nos referimos a los profesores José Ramón Vidal Romaní y Federico Vilas Martín.

El geólogo José Ramón Vidal Romaní (Tarragona, 1946), profesor del Colegio Universitario de A Coruña desde 1972, Catedrático de Geodinámica de la Universidad de A Coruña (Departamento de Ciencias de la Navegación y de la Tierra), supone la continuidad del Laboratorio Xeolóxico de Laxe, del cual es secretario y al que reactivó desde 1979. Participa de proyectos complementarios y paralelos del mundo de la ciencia y cultura en Galicia, siendo director de la revista Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe y secretario del área de geología del Seminario de Estudos Galegos.

Por su parte, Vidal Romaní en su síntesis de la geomorfología gallega (1996) plantea que la tectónica de placas que lleva a la separación entre América e Iberia por medio de un valle de *rift* situado en el centro del actual océano Atlántico será la que al final dé lugar a “dos grandes eventos geodinámicos de la costa gallega, con repercusiones en el interior de Galicia. En la costa oeste se producirá un estiramiento y adelgazamiento de la corteza que es la causa del fraccionamiento de la misma en un rosario de bloques que llega desde 600 km al oeste de la costa atlántica hasta la Galicia continental. En la costa norte, y como resultado de la colisión entre la placa euroasiática y la placa Iberia, tendrá lugar entre el cretácico y el eoceno un breve intervalo de subducción, a consecuencia del cual se producirá el levantamiento del borde costero con la elevación del cabo Ortegal y la emersión de la rasa cantábrica, junto a la formación de la fosa oceánica que delimita la península Ibérica en su parte norte entre los Pirineos y cabo Ortegal”. Cuestión, esta última ya referida por el autor en otros trabajos (Vidal Romaní, 1991; Twidale y Vidal Romaní, 1994). En todos estos trabajos sostiene asimismo que la depresión meridiana del occidente gallego y las demás depresiones paralelas en el tramo final del Miño, interpretadas por Pannekoek (1966a, 1966b, 1970) primeramente como *rift valleys* y después como depresiones tipo *graben*, “se asocian a la tectónica distensiva que corresponde al origen de la costa oeste de Galicia como resultado del proceso de apertura, por *rifting*, del océano Atlántico desde el final del Mesozoico. Las Rías Bajas gallegas, con orientación EN-SO se superponen transversalmente a este

sistema de depresiones meridianas, aprovechando en todos los casos, en su tramo final (Muros, Arousa, Pontevedra, Vigo), parte de la misma para desarrollar su trazado. Esta fracturación NE-SO da lugar a un llamativo contraste entre zonas deprimidas, las Rías Bajas y grandes bloques montañosos intermedios que alcanzan en algunos casos (O Barbanza) más de 600 m de altitud. Tanto el fragmentario escalonamiento de superficies (que nunca alcanzan grandes desarrollos en superficie) como la ausencia de plataformas marinas de abrasión bien desarrolladas, por otra parte un rasgo común a toda la costa atlántica de Galicia, indican que han sido los efectos tectónicos antes aludidos los principales responsables del origen de las Rías Bajas, desempeñando la erosión marina o fluvial un papel complementario. En cualquier caso, las rasas marinas están siempre adaptadas a las formas de las rías, lo que prueba la antecendencia de aquéllas a la acción erosiva del mar”.

En tiempos más recientes, en la Universidad de A Coruña parece haberse abierto una prometedora línea de investigación en sedimentología costera de Galicia (Pagés y Vidal Romaní, 1997; Pagés et al. 1998; Alonso y Pagés, 2000).

El geólogo Federico Vilas Martín (Vigo, 1945), profesor del Colegio Universitario de Vigo desde 1973 y actualmente Catedrático de Estratigrafía de la Universidad de Vigo, es uno de los investigadores que más ha centrado su carrera científica en la geología del litoral gallego en general y de las rías en particular. Su tesis doctoral versó sobre las “Características de la sedimentación costera actual en las rías de Vigo y Baiona (Pontevedra)”, definiendo la temática de posteriores investigaciones, entre las que ha dirigido más de una docena de proyectos sobre la geología marina y oceanografía geológica de la costa y litoral de Galicia. Es, asimismo, fundador y director de la revista de Ciencias del Mar *Thalassas*. A él se debe la creación del grupo de Geología Marina de la Universidad de Vigo que dirige en el marco del Departamento de Geociencias Marinas de dicha universidad. La etapa inicial de formación del grupo se benefició de la colaboración del Departamento de Estratigrafía de la Universidad Complutense, así como de las aportaciones del profesor Graham Evans del Imperial College de Londres y los subsecuentes intercambios con las universidades de Swansea y Bangor, también en el Reino Unido.

El grupo de Geología Marina de la Universidad de Vigo está formado actualmente por aproximadamente una docena de investigadores estables y una veintena de estudiantes postgraduados, procedentes de distintos ámbitos de las Ciencias de la Tierra, y que en la actualidad desarrollan su actividad investigadora en el medio marino. La presencia de especialistas que desarrollan su trabajo en sedimentología marina (Vilas *et al.*, 1991, 1995, 1999; Nombela *et al.*, 1995, 1998; Pazos *et al.*, 1997; García-Gil *et al.*, 1999a; Alejo *et al.*, 1999, 2000), interpretación sísmica y prospección geofísica (García-Gil *et al.*, 1999b, 1999c, 2000; Vilas *et al.*, 1999; García-García *et al.*, 1999; Manso *et al.*, 2000), paleoceanografía (Miranda *et al.*, 1999; Diz *et al.*, 2000), dinámica sedimentaria e ingeniería de costas (Bernabeu, *et al.*, 1998, 2000a, 2000b; Vila *et al.*,

2000, Alejo *et al.*, 1999), paleomagnetismo y magnetismo ambiental (Rey *et al.*, 1998; López-Rodríguez *et al.* 1999, 2000), geoquímica, mineralogía y petrología (Rubio *et al.*, 1995; 1999, 2000; Pazos *et al.*, 1999; Fernández-Bastero *et al.*, 1999) e impacto ambiental (Campillo y Méndez, 1989, 1999; Rubio *et al.*, 1996; Nombela *et al.*, 2000; Rey *et al.*, 2000), le confiere un planteamiento singular a su labor investigadora. Es uno de sus rasgos principales, la aplicación de técnicas avanzadas a problemas geológicos específicos del medio marino, lo que imprime un enfoque multidisciplinar característico a sus estudios. Esto le ha permitido desarrollar una metodología propia en oceanografía geológica. No entraremos a describir con mayor detalle el trabajo de este grupo, ni a valorar sus aportaciones a la oceanografía geológica de las rías, puesto que esperamos que en gran medida estén recogidas en esta monografía (Fig. 6).

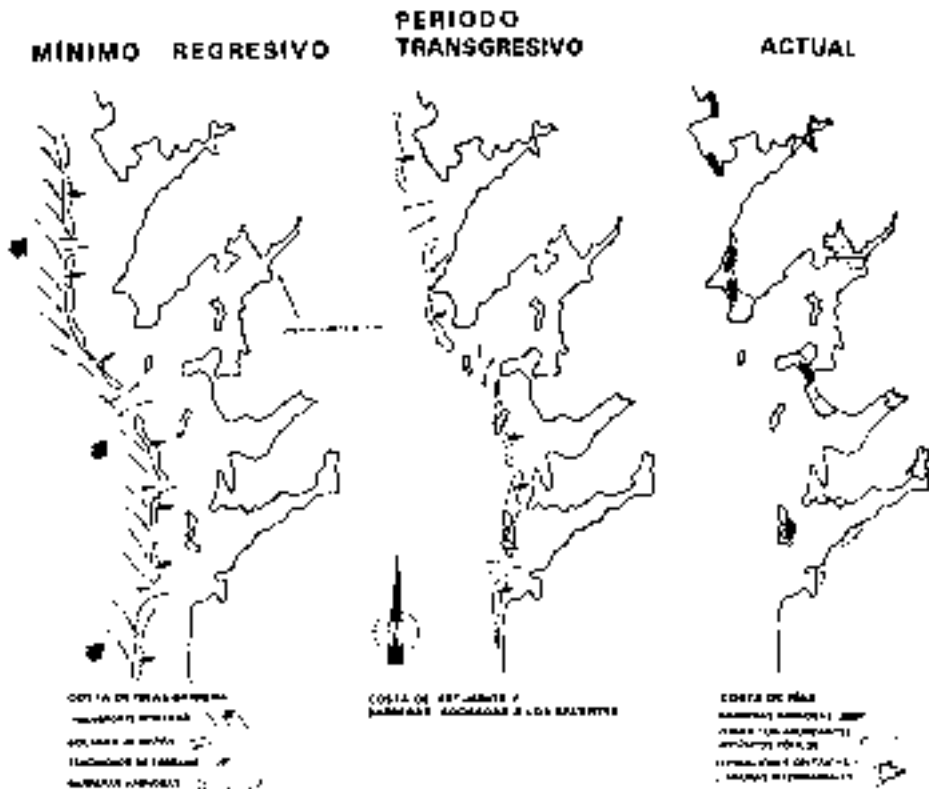


FIG. 6.—Modelo de evolución de la costa de las Rías Baixas. Modificado de Vilas *et al.* (1989).
FIG. 6.—Model for the evolution of the Rías Baixas coast. After Vilas *et al.* (1989).

CONCLUSIONES

Las investigaciones sobre el origen y la evolución de las rías gallegas se inicia a finales del s. XIX con la adopción del término ría por Von Richthofen para expresar un tipo de costa caracterizada por la existencia de un valle ocupado por el mar. Desde entonces, los esfuerzos realizados por los diversos autores y escuelas que han tratado de explicar la evolución geológica de este medio pueden agruparse en dos etapas.

La primera etapa llega prácticamente hasta la segunda mitad del s. XX. Se caracteriza por la importancia de las contribuciones de unos cuantos geógrafos extranjeros, que de paso por España, realizan anotaciones y observaciones sobre la naturaleza y origen de la costa gallega, de forma marginal a su trabajo principal. Estas anotaciones ejercen un gran ascendente sobre el trabajo de los pocos naturalistas españoles interesados en este tema. Es de destacar que todos ellos están de una u otra forma personalmente vinculados a Galicia. Esta etapa se realiza en la zona emergida y está muy influenciada por la interpretación errónea de las alineaciones montañosas costeras con respecto a la orientación de los ejes de ría.

La segunda etapa, que ocupa la segunda mitad del s. XX, se caracteriza por la aplicación rigurosa del método científico. Esto favorece el desarrollo de estudios propios de la oceanografía geológica y geología marina que van incorporando los nuevos paradigmas científicos. Por otro lado, existen durante este periodo una serie de condicionantes políticos que, de alguna manera, dejan de nuevo las investigaciones al esfuerzo personal e independiente de unos pocos investigadores. Esto nos permite distinguir dos periodos claramente diferenciados. El primer periodo tiene lugar durante el tercer cuarto del s. XX, y se distingue por una actividad internacional importante centrada en torno al Laboratorio Xeológico de Laxe (A Coruña). El segundo periodo, que se extiende a lo largo del último cuarto de siglo se caracteriza por el retorno de estas investigaciones a las universidades gallegas, sufriendo un impulso muy importante como consecuencia de la expansión de nuestro sistema universitario y la creación de nuevas titulaciones vinculadas al medio marino. Durante este periodo, gran parte de las investigaciones ya se realizan en el mar.

AGRADECIMIENTOS

Este es el trabajo n.º 24 del grupo EX1 de la Universidad de Vigo. Es una contribución a los proyectos REN2000-1102 MAR del Plan Nacional de I + D, a los PGIDT00PXI30105PR y PGIDT00MAR30103PR de la Xunta de Galicia y al IGCP 464 de la UNESCO.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEJO, I., ALCÁNTARA, J., DIZ, P., FRANCÉS, G., NOMBELA, M. A., VILAS, F. (1999): Los sedimentos del submareal adyacente al sistema playa-barrera-lagoon de Louro (Galicia, NO España). *Thalassas*, 15: 53-60.
- ALEJO, I., AUSTIN, W.E.N., FRANCÉS, G., VILAS, F. (1999): Preliminary investigations of the recent foraminifera of Baiona Bay, N.W. Spain. *Journal of Coastal Research*, 15: 413-427.
- ALEJO, I., DIZ, P., FRANCÉS, G., NOMBELA, M.A., VILAS, F. (2000): Caracterización de los sedimentos de la plataforma proximal del complejo playa-barrera-lagoon de Corrubedo (Galicia, NO España). *Geogaceta*, 27, 203-206.
- ALONSO, A., PAGÉS, J.L. (2000): El registro sedimentario del final del Cuaternario en el litoral noroeste de la Península Ibérica. Márgenes cantábrico y atlántico. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 13(1): 17-29.
- ASENSIO AMOR, I. (1983): Fenómenos litorales en la costa oriental lucense : su incidencia en la defensa de costas. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 6: 203-217.
- ASENSIO AMOR, I. (1990): Nota sobre el hundimiento de la Ría de Ribadeo y su repercusión en el Valle del Eo. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 15: 183-187.
- ASENSIO AMOR, I., GRAJAL BLANCO M. (1983): La dinámica fluviomarina en los estuarios del Mandeo y Eume. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 6: 219-233.
- ASENSIO AMOR, I., NONN, H. (1964a): Los depósitos de terrazas del Río Eo y de las márgenes de su ría (zona galaico-asturiana). En: *Estudios Geográficos*, 96: 319-341. Madrid.
- ASENSIO AMOR, I., NONN, H. (1964b): Sedimentos de terrazas y actuales de los ríos Masma y Oro (Galicia). En: *Estudios Geográficos*, 96: 341-366. Madrid.
- BERNABEU, A. M. , MEDINA, R., GONZÁLEZ, M. (1998): Perfil de equilibrio en playas reflejantes. *Libro de Ponencias de las IV Jornadas de Ingeniería de Costas y Puertos (Cádiz, 1997)*, 719-732.
- BERNABEU, A. M., MEDINA, R., VIDAL, C. (2000): Influencia de la disipación y reflexión de energía en la morfología del perfil de playa: perfil de equilibrio en dos tramos. *Geotemas*, 4: 105 –108.
- BERNABEU, A. M., MEDINA, R., VIDAL, C. (2000): Variaciones morfológicas del perfil de playa como respuesta a las condiciones de oleaje y marea. *Geotemas*, 4: 109 –112 .
- BERNABEU, A. M., MEDINA, R., VIDAL, C. (2000): Zonificación del perfil de equilibrio: perfil de rotura y perfil de asomeramiento. *Libro de Ponencias de las V Jornadas de Ingeniería de Costas y Puertos (A Coruña, 1999)*, 525-552
- BUACHE, P. (1752): Essai de Géographie Physique. *Memoire de l'Academie Royale des Sciences*. p. 399-416. Paris.
- BUACHE, P. (1753a): Parallèle des fleuves de quatre parties du monde. *Memoire de l'Academie Royale des Sciences*. Paris.
- BUACHE, P. (1753b): Essai d'un parallèle des fleuves de l'Europe. *Memoire de l'Academie Royale des Sciences*. Paris.
- CAMPILLO A., MÉNDEZ, G. (1989): *Las zonas húmedas de la ría de Pontevedra*. En: *XI Congreso Nacional de Geografía (Madrid, sept. 1989)*. Volumen II, páginas 364-370. A.G.E. Madrid.
- CAMPILLO A., MÉNDEZ, G. (1999): Os espacios naturais e a conservación do medio. En: *Souto González, Xosé Manuel (Coord.). Xeografía do Eixo Atlántico / Geografía do Eixo Atlántico*. pp. 107-135. EANP, Vigo.

- CAPEL, H., URTEAGA, L. (1983): Introducción. En: Cornide, José (1983) "*Ensayo de una descripción física de España (1803)*". Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona.
- CARLÉ, W. (1945): Ergebnisse geologischer Untersuchungen im Grundgebirge von Galicien (Nordwest Spanien). En: *Geotekton. Forsch H. 6*: 13-36. Berlín.
- CARLÉ, W. (1947): Die westgalischen Meeresbuchten, En: *Natur und Volk*, 77: 5-14. Frankfurt am Main.
- CARLÉ, W. (1949): Las rías bajas gallegas. En: *Estudios Geográficos*, 35: 320-330. Madrid. (Traducción de J. Gómez de Llarena).
- CARLÉ, W. (1950): Resultado de investigaciones geológicas en las formaciones antiguas de Galicia. En: *Publicaciones extranjeras sobre Geología de España*, tomo V: 61-90. Madrid. (Traducción de J. M. Ríos)
- COROMINAS, J. (1983): *Breve diccionario etimológico de la lengua castellana*. Tercera edición. Editorial Gredos. Madrid.
- DELIBRIAS, G.; NONN, H., VAN CAMPO, M. (1964): Age et flore d'un dépôt périglaciaire reposant sur la "rasa" cantabrique près de Burela (Galice, Espagne). En: *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, t. 259: 4092-4094. Paris.
- DEN TEX, E., FLOOR, P. (1967): A blastomylonitic and polymetamorphic "graben" in western Galica (NW Spain). En: *Etages Tectoniques*: 169-178. A la Baconnière Ed.
- DEN TEX, E., FLOOR, P. (1971): A synopsis of the geology of western Galicia. En: *Histoire Structurale du Golfe de Gascogne*, 1: I.3-1-I.3-14. Publ. Inst. Français Pétrole.
- DIZ, P., FRANCÉS, G., ALEJO, I., VILAS, F. (2000): Evolución paleoecológica de la Ría de Vigo (NO España) durante el Holoceno. *Geogaceta*, 27: 59-62.
- FERNÁNDEZ-BASTERO, S., ALEJO, I., NOMBELA, M. A., GARCÍA-GIL, S., FRANCÉS, G., RUBIO, B., PEREZ-ARLUCEA, M., JIMÉNEZ, R., REY, D., BERNABEU, A., PAZOS, O., GAGO-DUPORT, L., VILAS, F., SANTOS, A. (1999): Chemical factors controlling the steady-state distribution of mixed carbonate-siliciclastic sediments in Baiona Bay (Northwest Spain). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 15 (1-4): 289-302.
- GARCÍA REY, V. (s.a.): *Descripción Física General*. En: Geografía general del reino de Galicia dirigida por F. Carreras Candi. Tomo I: 3-40. Editorial Iberto Martín. Barcelona. 1104 pp.
- GARCÍA-GARCÍA, A., GARCÍA-GIL, S., VILAS, F. (1999): A Seeping Seafloor in a Ría Environment: Ría de Vigo (NW Spain). *Environmental Geology*, 38 (4): 296-300.
- GARCÍA-GIL S., DURAN R., VILAS F. (2000) Side Scan Sonar image and geologic interpretation of the Ría de Pontevedra seafloor (Galicia, Spain). *Scientia Marina*, 64 (4): 393-402.
- GARCÍA-GIL, S., GARCÍA-GARCÍA, A., VILAS, F. (1999a): Identificación sísmico-acústica de las diferentes formas de aparición de gas en los sedimentos de la ría de Vigo (NO España). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 12(2): 301-307.
- GARCÍA-GIL, S., GARCÍA-GARCÍA, A., VILAS, F. (1999b) Identificación Sísmico-acústica de las Diferentes Formas de Aparición de Gas en los Sedimentos de la Ría de Vigo (NO España). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 12(2): 301-307.
- GARCÍA-GIL, S., VILAS, F., GARCÍA-GARCÍA, A. (2000): Estudio sísmico acústico de alta resolución de la discontinuidad sedimentaria del Würm en la Ría de Vigo (NO España). *Geotemas*, 1 (1), 149-153.
- GARCÍA-GIL, S., VILAS, F., GARCÍA-GARCÍA, A., DURÁN, R. (1999c) Holocene Storm Delta in incised-valley fill sediments of Ría de Pontevedra, NW Spain. *EOS Transactions* (80), 46: 559.

- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1950): Las rasas litorales de la costa cantábrica en su segmento asturiano. *Extrait du C. R. du XVI Congr. Intern. de Géographie, Lisbonne*. p. 29-88. Lisboa.
- LAUTENSACH, H. (1941): Interglaciales Terrassenbildung in Nordportugal und ihre Beziehungen zu der allgemeinen Problem des Eiszeitalters. En: *Petermanns Geographische Mitt.*, fasc. 9: 297-311.
- LÓPEZ-RODRÍGUEZ, N., REY, D., RUBIO, B., PAZOS, O., VILAS, F. (1999): Variaciones de la susceptibilidad magnética en los sedimentos de la Ría de Vigo (Galicia). Implicaciones para la dinámica sedimentaria y contaminación antropogénica de la zona. *Thalassas*, 15: 85-94.
- LÓPEZ-RODRIGUEZ, N., REY, D., RUBIO, B., VILAS, F. (2000): Correlación negativa entre la susceptibilidad magnética y el contenido en metales pesados de origen antropogénico en un medio litoral. *Geotemas*, 1 (1): 111-116.
- MACPHERSON, J. (1886): Descripción petrográfica de los materiales arcaicos en Galicia. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 15: 165-203.
- MANSO, F., REY, D., VILAS, F., DE MEIJER, R.J. (2000): Prospección radiométrica de minerales pesados. Caso estudio de la costa gallega. *Geotemas*, 1(4): 187-190.
- MARGALEF, R (1956): Paleocología postglacial de la Ría de Vigo. *Investigaciones pesqueras*, 5: 89-112.
- MARGALEF, R (1958): Sedimentación orgánica y la vida de los fondos fangosos de la Ría de Vigo. *Investigaciones Pesqueras*, 11: 67-100.
- MARGALEF, R (1959): Nuevos datos para el estudio de la historia de la Ría de Vigo, desde la última glaciación. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 666: 23-35.
- MÉNDEZ MARTÍNEZ, G. (1994): *Cartografía antigua de Galicia*. Diputación Provincial de Pontevedra. Pontevedra. 304 pp.
- MÉNDEZ MARTÍNEZ, G. (2000): *Cartografía de Galicia [ss. XVI ó XIX]*. Colección Puertas-Mosquera. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago. 282 pp.
- MIRANDA, A., FERNÁNDEZ, G., DIZ, P., FRANCÉS, G. (1999): Foraminíferos epibentónicos en substratos arenosos, fangosos y epífitos en algas de las Rías Baixas gallegas. *Thalassas*, 15: 61-70.
- NEBRIJA, E. A. (1951). Vocabulario español-latino. Facsímil de la edición de 1495. Real Academia Española. Madrid.
- NOMBELA, M. A., RUBIO, B., ALEJO, I., VILAS, F. (1998): Distribución granulométrica en las playas de las Rías de Pontevedra y Arousa (NO España): una comparación mediante técnicas multivariantes. *Thalassas*, 14, 81-88.
- NOMBELA, M.A., VILAS, F., ALEJO, I., RUBIO, B., PÉREZ ARLUCEA, M., GARCÍA GIL, S., BERNABÉU, A., GAGO, L., FRANCÉS, G., REY, D., PAZOS, O., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, N., FREIJIDO, M.T., ALONSO, M., FERNÁNDEZ, S., DURÁN, R., FILGUEIRA, M., PIMENTEL, F. (2000): *Marco Geológico y Sedimentos Marinos*. En: Ordenación Integral del Espacio Marítimo-Terrestre de Galicia: 34-38. Feuga.
- NOMBELA, M.A., VILAS, F., EVANS, G. (1995): Sedimentation in the mesotidal Rías Bajas of Galicia, (NW Spain): Ensenada de San Simón, inner Ría de Vigo. In: B.W. Flemming & A. Bartholoma (eds.). *Tidal signatures in modern and ancient sediments*. Special publications of the IAS, 24, 133-149.
- NONN, H. (1958a): Contribution à l'étude des plages anciennes de Galice, (Espagne). *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, fasc. 3: 257-267. Toulouse.

- NONN, H. (1958b): Contribución al estudio de las playas antiguas de Galicia, España. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 50: 177-193. Madrid. (Trabajos del Laboratorio Geológico de Lage, 8).
- NONN, H. (1960): Les dépôts de la rias cantabrique dans sa partie occidentale (Galice, Espagne). *Revue de Géomorphologie Dynamique*, 7-8-9: 97-105. Strasbourg-Paris.
- NONN, H. (1964): Los sedimentos antiguos de la ría de Arosa. Algunas conclusiones geomorfológicas. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 74: 143-155. Madrid. (Trabajos del Laboratorio Geológico de Lage, 16).
- NONN, H. (1966): *Les régions cotières de la Galice (Espagne). Étude géomorphologique*. Publications de la Faculté des Lettres de l'Université de Strasbourg. Paris. 592 pp.
- NONN, H. (1967): Presentación de algunos depósitos superficiales recientes en Galicia Occidental. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 95: 89-105.
- NONN, H. (1987): Geografía de los litorales. 199 p. Ediciones Akal. Madrid. (Traducción de la primera edición francesa de 1972).
- NONN, H., MEDUS, J. (1963): Primeros resultados de estudios geomorfológicos y palinológicos referentes a la cuenca de Puentes de García-Rodríguez (Coruña, España). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 71: 87-94. (Trabajos del Laboratorio Geológico de Lage, 15).
- ORTELIUS, A. (1570). *Theatrum Orbis Terrarum*. Apud Aegid. Copenium Diesth. Antverpiae.
- ORTELIUS, A. (1602). *Theatro del orbe de la Tierra*. En la Empronta [sic] Plantiniana a costas de Iuan Baptista Vrintio. En Anvers.
- ORTELIUS, A. (1603). *Theatrum orbis terrarum*. Apud Ioannem Bapt. Vrintium. Antverpiae.
- PAGÉS, J.L., VIDAL ROMANÍ, J.R. (1997): Evolución neógena de la cuenca baja del Tambre. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 22: 121-132.
- PAGÉS, J.L., VIDAL ROMANÍ, J.R., ALONSO, A.. (1998): *La red fluvial de la 'Costa da Morte' (A Coruña): Evolución geomorfológica y paisajes asociados*. En: A. Gómez Ortiz y S. Franch (Eds.): *Investigaciones recientes de la Geomorfología Española*, pp. 417-424. Barcelona.
- PANNEKOEK, A.J. (1966a): The geomorphology of the surroundings of the Ría de Arosa (Galicia, NW Spain). *Leidse Geologische Mededelingen*, 37: 7-32.
- PANNEKOEK, A.J. (1966b): The Ría problem: the role of antecedence, deep wathering, and Pleistocene slope-wash. *Tijdschrift van het koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, 83: 289-297.
- PANNEKOEK, A.J. (1970): Additional geomorphological data on the ria area of western Galicia (Spain). *Leidse Geologische Mededelingen*, 37: 185-194.
- PAZOS, O., VILA, A., ALEJO, I. (1997): Sedimentos costeros relictos frente a las Rías Bajas. *Thalassas*, 13, 135-141.
- PAZOS, O., RUBIO B., NOMBELA, M. A., REY, D. (1998): Cementaciones ferruginosas en ambientes costeros. Galicia. (NO España). *Thalassas*, 14, 89-97.
- RAMOS, Á. (1987): *Diccionario de la naturaleza*. Espasa-Calpe. Madrid.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (1780): *Diccionario de la Lengua Castellana compuesto por la Real Academia Española*. Por D. Joaquin Ibarra. Madrid.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (1970): *Diccionario de la Lengua Española. Decimonovena edición*. [s.n.]. Madrid.
- REY, D., NOMBELA, M. A., BERNABEU, A. M., MÉNDEZ, G. (2000): Aproximación a la evaluación del impacto ambiental de vertidos inertes en la plataforma continental. El ejemplo de la concha del mejillón en la Ría de Arousa (Galicia, España). *Thalassas*, 15, 69-78

- REY, D., PAZOS, O., RUBIO, B., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, N., NOMBELA, M. A., VILAS F. (1998): Seabed susceptibility variability in coastal estuarine-like sediments and iron oxides fate during early diagenesis. A case study in litoral sediments from NW Spain. *Geologica Carpathica.*, 49 (3): 234-235.
- RICHTHOFEN, F. VON. (1886): *Führer für Forschungsreisende*. Oppenheim. Berlin. 745 pp.
- RUBIO B., PYE, K., RAE, J., REY, D. (2001): Sedimentological characteristics, heavy metal distribution and magnetic properties in subtidal sediments, Ria de Pontevedra, NW Spain. *Sedimentology* (en prensa).
- RUBIO, B., GAGO-DUPOURT, L., VILAS, F., NOMBELA, M.A., GARCÍA-GIL, S., ALEJO, I., PAZOS, O. (1996): Interpretación de tendencias históricas de contaminación por metales pesados en testigos de sedimentos de la Ría de Pontevedra. *Thalassas*, 12: 137-152.
- RUBIO, B., NOMBELA, M. A., VILAS, F. (2000): Geochemistry of major and trace elements in sediments of the Ría de Vigo (NW Spain): An assessment of metal pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 40 (11), 968-980.
- RUBIO, B., NOMBELA, M.A., VILAS, F., ALEJO, I., GARCÍA-GIL, S., GARCÍA-GIL, E., PAZOS, O. (1995): Distribución y enriquecimiento de metales pesados en sedimentos actuales de la parte interna de la Ría de Pontevedra. *Thalassas*, 11: 35-45.
- RUBIO, B., REY, D., PYE, K., NOMBELA, M. A., VILAS, F. (1999): Aplicación de imágenes de electrones retrodispersados en microscopía electrónica de barrido a sedimentos litorales. *Thalassas*, 15: 71-84.
- SCHEU, E. (1913): *Die Rias von Galicien. ihr Werden und Vergehen*. Zeitschrift Gesteine Erdkunde. Berlin. 50 p.
- SCHULZ, G. (1835): *Descripcion geognóstica del Reino de Galicia*. Imprenta de los Herederos de Collado. Madrid. [Inserta el mapa: Mapa petrográfico del Reino de Galicia por D. Guillermo Schulz. 1834. F. de la Torre. Madrid.]
- SCHURTZ, H. (1902): An der Riasküste Galiciens. In: *Deutsche Geographischer Blätter.*, 25: 50-74. Bremen.
- TORRE ENCISO, E. (1954): Contribución al conocimiento morfológico y tectónico de la ría de La Coruña. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 52: 21-51.
- TORRE ENCISO, E. (1958): Estado actual del conocimiento de las rías gallegas. *Homaxe a R. Otero Pedrayo*, 237-250. Ed. Galaxia. Vigo.
- TWIDALE, C.R., VIDAL ROMANÍ, J.R. (1994): The Pangea inheritance. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 19: 1-45. O Castro, Sada (A Coruña).
- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1978): Los depósitos sedimentarios del valle del Mero. *Gallaecia*, 2: 37-46.
- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1979): Estado de los conocimientos sobre la variación del nivel del mar en Galicia durante el Cuaternario. *Braña*, 1: 69-83. Sociedade Galega de Historia Natural. Santiago.
- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1981): Estado de los conocimientos sobre la variación del nivel del mar en Galicia durante el Cuaternario. *Braña*, 2: 69-83.
- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1983): Cuenca del río Mero (A Coruña). Tránsito terciario-cuaternario. *Guía VI Reunión del Cuaternario (19-24 de septiembre de 1983)*. Guía, nº 1. GECT GGQ. 93p. Vigo.
- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1983): Origen y evolución de la Ría de Muros y Noya. *Guía VI Reunión del Cuaternario (19-24 de septiembre de 1983)*. Guía, nº 2. GECT GGQ. 93p. Vigo.
- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1983): *Puntos de interés geológico de Galicia*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 103 pp.
- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1984): A orixe das Rías Galegas. Estado da cuestión (1886-1983). *Cuadernos da Área de Ciencias Mariñas, Seminario de Estudos Galegos*, 1: 13-25.

- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1991): Problemas geomorfológicos del noroeste peninsular. En: Centeno, J., Garzón, G. y Acaso, E., (ed.) *Problemas geomorfológicos del Centro y Noroeste de la Península Ibérica*. 246 p. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1996): *Geomorfología de Galicia*. En: Galicia. Geografía. Tomo XVII: 36-63 Hércules de Ediciones. A Coruña.
- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1974): *Sedimentos marinos antiguos en la costa de A Coruña*. Informe inédito depositado en el Laboratorio Xeolóxico de Laxe. 35 p.
- VILA, A., ALEJO, I., VILAS, F. (2000): Estudio comparativo de los parámetros granulométricos a lo largo del perfil de playa. Aplicación a la playa de Samil (NO España). *Geogaceta*, 27: 183-186.
- VILAS F., ARCHE A., RAMOS A., SOPEÑA A., NOMBELA M., (1991): The Corrubedo beach Lagoon Complex, Galicia, Spain: Dynamics, sediments and recent evolution of coastal embayment. *Marine Geology*, 97: 391-404.
- VILAS, F., NOMBELA, M.A., GARCÍA-GIL, E., GARCÍA-GIL, S., ALEJO, I., RUBIO, B., PAZOS, O. (1995): *Cartografía de Sedimentos Submarinos. La Ría de Vigo. Escala 1:50.000* (Memoria y Mapa). 40 pp.
- VILAS, F., GARCÍA-GIL, E., GARCÍA-GIL, S., NOMBELA, M.A., ALEJO, I., RUBIO, B., PAZOS, O. (1996): *Cartografía de Sedimentos Submarinos. La Ría de Pontevedra. Escala 1:50.000* (Memoria y Mapa). 40 pp.
- VILAS, F., GARCÍA-GIL, E., GARCÍA-GIL, S., NOMBELA, M.A., ALEJO, I., FRANCÉS, G., MÉNDEZ, G. (1999): *Ría de Arousa. Cartografía de sedimentos submarinos. Escala 1:50000* (Memoria y Mapas). [Santiago]. 32 pp.
- VILAS, F., GARCÍA-GIL, S., GARCÍA-GARCÍA, A. (1999): Shallow Gas in incised-valley fills of the Ría de Vigo, NW Spain. *EOS, Transactions* 80 (46): 557.