

*Ensayo de correlación de las sucesiones  
del Oxfordiense-Barremiense  
de la Región Vasco-Cantábrica basado  
en macrosecuencias deposicionales:  
implicaciones paleogeográficas*

V. PUJALTE

*Dpto. Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología.  
Universidad del País Vasco. Apartado 644. 48080 Bilbao.*

RESUMEN

Se distinguen cuatro dominios paleogeográficos diferentes en la Región Vasco-Cantábrica para el intervalo Oxfordiense-Barremiense, cada uno con una sucesión sedimentaria específica. En dos de ellos (Cuenca de Santander y Plataforma de Guipúzcoa), en los que la sucesión es más completa y está mejor aflorada, se reconocen 3 macrosecuencias deposicionales, que se consideran correlacionables entre sí. Se atribuyen, respectivamente, al Oxfordiense-Kimmeridgense, Titónico-Berriasiense y Valanginiense-Barremiense. En otro dominio (Umbral de Cantabria-Obarenes) la macrosecuencia media está ausente, en tanto la inferior y la superior aparece sólo de manera discontinua. En el cuarto dominio (Cuenca de Bilbao), únicamente llega a aflorar la macrosecuencia superior, y de modo incompleto.

La correlación aquí propuesta implica un marcado diacronismo en la aparición de las facies continentales del Malm de la Región Vasco-Cantábrica, más antiguas en Santander (Oxfordiense-Kimmeridgense), que en la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes o en Guipúzcoa-Navarra (Titónico-Berriasiense). Tal posibilidad, que contradice interpretaciones previas, conduce a la revisión de los esquemas paleogeográficos de la región para el intervalo estudiado.

**Palabras clave:** Malm, Cretácico inferior, Sedimentación continental, macrosecuencias deposicionales, correlación.

## ABSTRACT

Four different palaeogeographic domains are distinguished in the Basque-Cantabrian Region for the Oxfordian-Barremian interval, each one with its own specific sedimentary succession. In two of them (Santander Basin and Guipuzcoa Platform), where the succession is most complete and better outcropped, three successive depositional macrosequences are recognized, which are considered to be correlatable. They are ascribed respectively to the Oxfordian-Kimmeridgian, Tithonian-Berriasian and Valanginian-Barremian times. On another domain (Cantabria-Obarenes High), the middle macrosequence is absent, while the lower and upper ones appear discontinuously. On the fourth domain (Bilbao Basin), only the upper macrosequence is outcropped, and this only incompletely.

The correlation proposed here implied a strong diachronism for the appearance, on the Basque-Cantabrian Region, of Late Jurassic continental facies, which were oldest in Santander (Oxfordian-Kimmeridgian) than in the Cantabria-Obarenes Mountains or in Guipuzcoa-Navarra (Tithonian-Berriasian). Such a possibility, which stands against current beliefs, leads to a revision of palaeogeographic reconstructions of the region for the studied interval.

**Key words:** Malm, Lower Cretaceous, continental sedimentation, Depositional macrosequences, correlation.

## INTRODUCCION

El Malm y el Cretácico inferior pre-Aptiense de la Región Vasco-Cantábrica están representados por sucesiones continentales (a menudo terrígenas), intermedias y marino restringidas, de facies y espesor muy variables lateralmente. Para este intervalo se reconocen, en efecto, al menos 4 dominios paleogeográficos diferentes, cada uno de los cuales posee una sucesión sedimentaria peculiar y específica (Fig. 1). Dos de esos dominios fueron fuertemente subsidentes, acumulando varios miles de metros de espesor sedimentario (Cuenca de Santander y Cuenca de Bilbao). En otro, la subsidencia fue relativamente moderada aunque continua (Plataforma de Guipúzcoa). En el último dominio (Umbral de Cantabria-Obarenes), dominado por largos episodios no deposicionales y/o erosivos, el registro es delgado y discontinuo.

El marcado provincialismo de este intervalo (que contrasta con la gran persistencia lateral de facies de las series infrayacentes del Lías y Dogger), unido a la falta de continuidad de los afloramientos y a la escasez de buenos fósiles datadores, han planteado desde antiguo grandes dificultades en el establecimiento de correlaciones. Hasta la fecha, los intentos principales se han basado en criterios bioestratigráficos, sobre todo en faunas de ostrá-

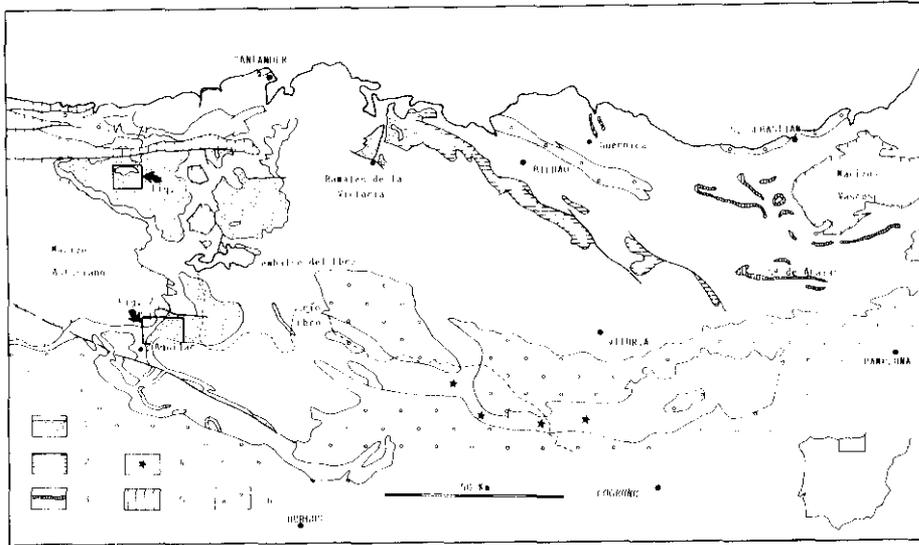


Fig. 1.—Mapa de afloramientos del Oxfordiense-Barremiense de la Región Vasco-Cantábrica. 1. Afloramientos de la Cuenca de Santander; punteado grueso: cubetas (espesor acumulativo 2000-3500m); punteado fino: altos sedimentarios relativos (espesor 0-300 m). 2. Afloramientos de la Cuenca de Bilbao. 3. Afloramientos de la Plataforma de Guipúzcoa. 4. Situación aproximada de afloramientos en el Umbral Cantabria-Obarenes. 5. Paleozoico. 6. Terciario. Se indica también la situación de los sectores incluidos en las figuras 2 y 3. Explicación en el texto.

Fig. 1.—Outcrop map of Oxfordian-Barremian terranes in the Basque-Cantabrian Region. 1. Outcrops of the Santander Basin; thick stipple: cuvettes (cumulative sedimentary thickness in the 2000-3500 m range); thin stipple: relative highs (thickness range, 0-300 m). 2. Outcrops of the Bilbao Basin. 3. Outcrops of the Guipuzcoa Platform. 4. Approximate position of the (small) outcrops of the Cantabria-Obarenes High. 5. Palaeozoic. 6. Tertiary. The situation of the mapped sectors shown of Figs. 2 and 3 is also given. Explanation within the text.

codos (e.g. Rat, 1959; Ramírez del Pozo, 1969; Brenner, 1976; Salomón, 1982) o de charáceas (Schudack, 1987). Según mi experiencia, ambos tipos de organismos, aún siendo excelentes indicadores de paleosalinidad, tienen un valor cronoestratigráfico limitado (al menos en sedimentos no marinos) por lo que tales correlaciones no deben considerarse definitivas. Se han realizado, además, correlaciones faciológicas (i.e., asignando equivalencia temporal a facies similares) cuya validez es aún más cuestionable.

El objetivo de este trabajo es el de presentar un nuevo ensayo de correlación, basado, en este caso, en el análisis secuencial. En efecto, tanto en la Cuenca de Santander como en la Plataforma de Guipúzcoa, dominios en los que las sucesiones del Oxfordiense-Barremiense aparecen más completas, se reconocen tres macrosecuencias deposicionales principales. Mi proposición es que dichas macrosecuencias (a las que a los efectos de este trabajo denominaré respectivamente inferior, media y superior) tienen una

cierta correspondencia temporal entre sí, a pesar de que, como veremos, en cada dominio presentan caracteres faciológicos diferentes. Aunque en el Umbral de Cantabria-Obarenes y en la Cuenca de Bilbao, dominios a los que aludiré más brevemente, la sucesión aflora de manera incompleta, también es posible reconocer las macrosecuencias, en ambos casos con facies distintas a las de Santander y Guipúzcoa. Se ofrece, de este modo, un cuadro estratigráfico general, válido para todo el ámbito de la Región Vasco-Cantábrica, que integra en esquema único las sucesiones de los distintos dominios.

La nueva correlación aquí propuesta introduce algunas variaciones significativas respecto a las avanzadas previamente y tiene, por ello, importantes implicaciones paleogeográficas.

## MACROSECUENCIAS DEPOSICIONALES DE LA CUENCA DE SANTANDER

### Generalidades

La Cuenca de Santander está situada en la parte más occidental de la Región Vasco-Cantábrica e incluye los extensos afloramientos de Cantabria y del norte de las provincias de Burgos y Palencia (Fig. 1). En la misma se reconocen dos subcuencas o cubetas, Polientes y Toranzo, flanqueadas por las correspondientes zonas de alto relativo. En las cubetas, el espesor sedimentario del Oxfordiense-Barremiense alcanza varios miles de metros, mientras que en los altos se reduce a unos pocos cientos y en ocasiones falta por entero. Obviamente, el reconocimiento de las macrosecuencias debe realizarse en las cubetas, donde el registro es más completo. En publicaciones anteriores he sostenido que la sucesión estaba constituida por dos secuencias deposicionales mayores (Pujalte, 1981, 1982 a y b, 1985). Los nuevos datos obtenidos desde entonces, y la reevaluación de los previos, me llevan a proponer ahora la existencia de una tercera.

### Cubeta meridional o de Polientes

Se sitúa entre el alto del Pantano del Ebro al N, y la falla de Ubierna al S (Fig. 1), siendo más subsidente que la cubeta septentrional, con espesores sedimentarios acumulativos de unos 3.500 m. La Fig. 2 es una cartografía del sector clave de esta cubeta, en el que se reconocen las tres macrosecuencias anteriormente aludidas. La macrosecuencia inferior está representada, en este área, por la Fm. Aguilar, una potente unidad (hasta 800 m de espesor) constituida principalmente por calizas lacustres que se interdigitan hacia el norte y hacia el sur con sedimentos terrígenos (Pujalte, 1988). La ruptura basal de la formación (R1 en Fig. 2) coincide con la del cambio

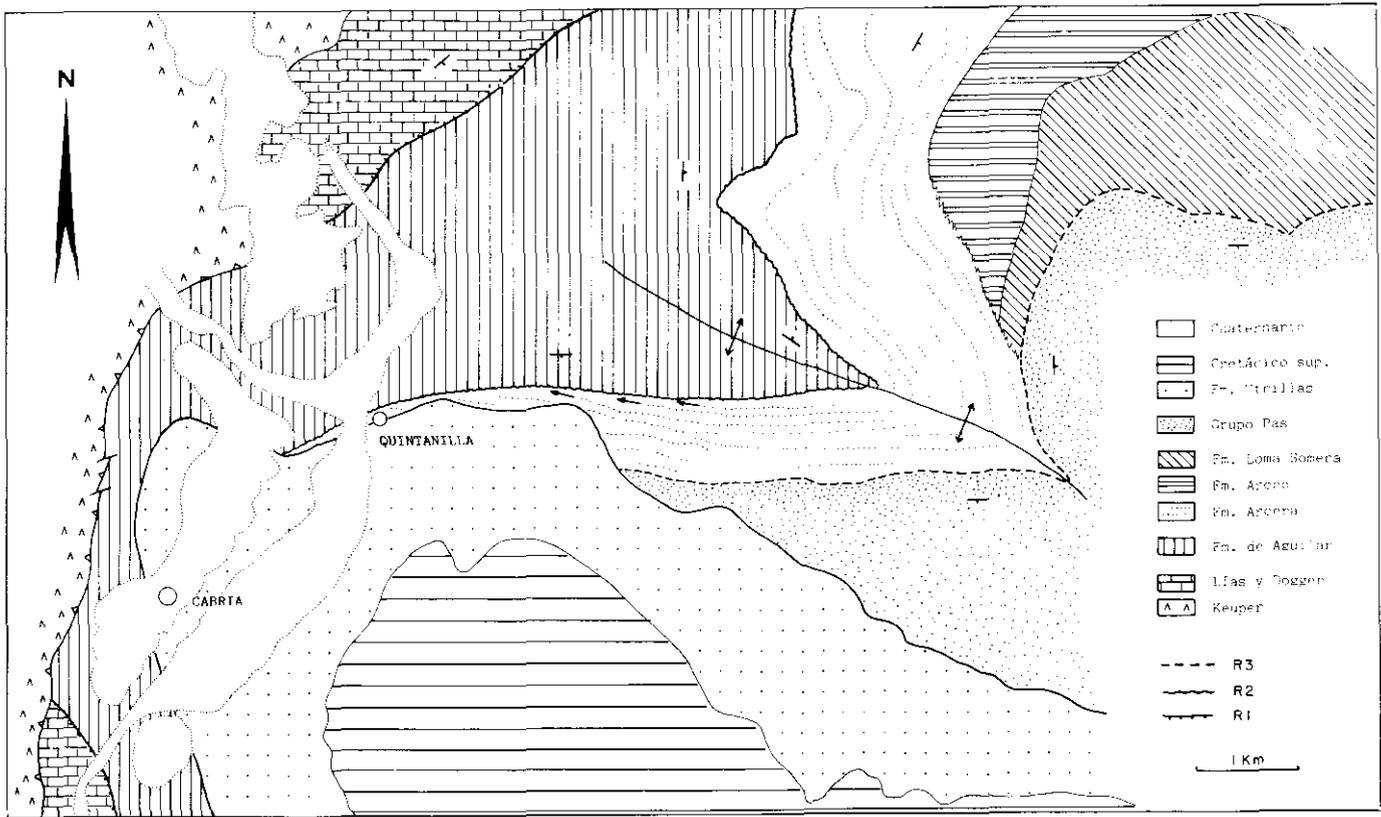


Fig. 2.—Mapa geológico simplificado de un sector de la Cuenca de Santander (situación en Figura 1). Explicación en el texto.  
 Fig. 2.—Simplified geological map of a sector of the Santander Basin (for situation, see Fig. 1). Explanation within the text.

de facies marinas a continentales, y está siempre marcada por un neto salto litológico. Es claro que esta discontinuidad implica un fuerte hiato, cuya extensión temporal es difícil de evaluar. Sin embargo, es importante resaltar 2 puntos adicionales: (1) la Fm. Aguilar descansa habitualmente sobre margas y margocalizas del Calloviense inferior (zona de *M. Macrocephalus*), con un contacto para-conforme; únicamente en zonas marginales de la cubeta la unidad llega a descansar sobre términos algo más antiguos. (2) El depósito de la Fm. Aguilar marcó un notable cambio en las pautas de subsidencia que existieron durante el Lías y Dogger en la Cuenca de Santander, como han puesto recientemente de manifiesto Robles *et al.* (1988a); por un lado, se produjo una notable aceleración de la subsidencia y, además, el depocentro de la Fm. Aguilar se situó en una zona que durante el Lías y el Dogger fue un umbral paleogeográfico relativo.

La macrosecuencia media tiene mayor diversidad litológica, y en detalle es subdivisible en al menos 2, y quizás 3 secuencias deposicionales de menor rango. Incluye las Fms. Arcera, Aroco y Loma Somera, cuya definición y descripción puede hallarse en Pujalte (1982b) y García de Cortazar y Pujalte (1982). La Fm. Arcera es una unidad azoica de facies continental fluvial (capas rojas con paleocaliches), que se sitúa en transición lateral las de Aroco y Loma Somera. La Fm. Aroco (350 m) está constituida por una alternancia irregular de lutitas calcáreas, calizas impuras y areniscas de grano fino, y contiene una abundante asociación faunística, principalmente integrada por especies salobres (*Astarte*, *Glauconia*, *Fabanella Macrodentina*, *Sérpulas*, *etc.*). Se atribuye a un ambiente de *lagoon* (bahía). La Fm. Loma Somera, en fin, consta de areniscas, areniscas calcáreas y calizas arenosas, con frecuentes estratificaciones y laminaciones cruzadas bi y multidireccionales, atribuidas a corrientes de marea. Su asociación faunística es de carácter marino restringido, incluyendo ostreidos, briozoos, esponjas, crinoides, algas coralinas y, muy ocasionalmente, corales.

La ruptura basal de la macrosecuencia media (R2 en Fig. 2) está representada, en este sector, por otro cambio litológico importante. Concretamente, se pasa de forma brusca de las areniscas y conglomerados del techo de la macrosecuencia inferior (Capa de Corbio y cuña clástica de Quintanilla en García de Cortazar y Pujalte, 1982; división 3, en Pujalte, 1988) a las lutitas rojas con intercalaciones areniscosas de la Fm. Arcera. Un notable rasgo adicional de este contacto es el claro solapamiento basal de la Fm. Arcera sobre la superficie de discontinuidad (Fig. 2).

La macrosecuencia superior coincide con el Grupo Pas, que he definido en trabajos previos. Comprende, por tanto, a las Fms. Bárcena Mayor y Vega de Pas. El espesor de la primera varía entre 100 y 600 m y consta de conglomerados (minoritarios) areniscas y lutitas y es enteramente de facies fluvial. La segunda alcanza unos 1000 m de potencia, comprende lutitas, areniscas y minoritarias calizas, e incluye tanto facies fluviales como lacustres. La ruptura basal de la macrosecuencia (R3 en Fig. 2) está marca-

da siempre por un cambio litológico neto y en ocasiones también por una discordancia angular o cartográfica. En el sector comprendido en la Fig. 2 puede verse, por ejemplo, como el Grupo Pas se dispone sucesivamente sobre las Fms. Loma Somera, Aroco y Arcera, relación que sugiere claramente un solapamiento basal. A nivel regional esta ruptura conlleva, en algunos casos, un vacío erosional muy importante, sobre todo en las zonas de alto como por ejemplo en la parte sur del pantano del Ebro, donde el Grupo Pas reposa directamente sobre el Lías y Dogger, faltando las macrosecuencias inferior y media.

### **Cubeta septentrional o de Toranzo**

Se sitúa entre el pantano del Ebro, al sur, y la Sierra del Escudo de Cabuérniga, al norte (Fig. 1). El espesor acumulativo de la sucesión Oxfordiense-Barremiense ronda los 2.500 m. La macrosecuencia inferior está representada en esta cubeta septentrional por la Fm. Saja, de características diferentes a la de la Fm. Aguilar de la Cubeta de Polientes. En el caso más frecuente y habitual, la Fm. Saja (150 m de potencia máxima) es de facies fluvial y está compuesta por secuencias conglomerático-arenosas de point bar, embutidas en lutitas calcáreas y margas fuertemente edafizadas. Sus afloramientos, aunque lateralmente discontinuos, están ampliamente repartidos por toda la cubeta, desde las proximidades de Reinosa hasta Ramales de la Victoria, a lo largo de casi 80 km (Pujalte, 1981, 1982a). En el sector de Puentenansa-Piñeres, sin embargo, la unidad está constituida esencialmente por conglomerados calcáreos de facies aluvial, lutitas rojas y calizas lacustres, estas últimas similares a las de la Fm. Aguilar (Robles *et al.*, 1988b).

La macrosecuencia media está formada principalmente por las Fms. Aroco y Loma Somera, que presentan rasgos semejantes a los que tienen en la cubeta meridional, si bien ambas unidades evolucionan hacia el este (Ramales de la Victoria) hacia facies más marinas. La macrosecuencia superior, en fin, está representada por el Grupo Pas, con rasgos idénticos en lo esencial a los que posee en la Cubeta de Polientes.

La Fig. 3 muestra la cartografía de un sector de la cubeta septentrional, a lo largo del valle del río Saja, en el que se ponen claramente de manifiesto las tres rupturas principales de la sucesión Oxfordiense-Barremiense (R1, R2 y R3) y las relaciones estratigráficas entre las tres macrosecuencias. La Fm. Saja (macrosecuencia inferior) descansa con un contacto neto y erosivo sobre margas y margocalizas del Calloviense inferior. En Selores, la Fm. Aroco (parte baja de la macrosecuencia media) reposa sobre la Fm. Saja, pero hacia el norte la solapa, y en Sopeña se dispone directamente sobre calizas del Bajociense medio. En fin, el Grupo Pas (macrosecuencia superior), se sitúa indistintamente y en clara discordancia sobre términos de la macrosecuencia media, inferior e incluso del Dogger.

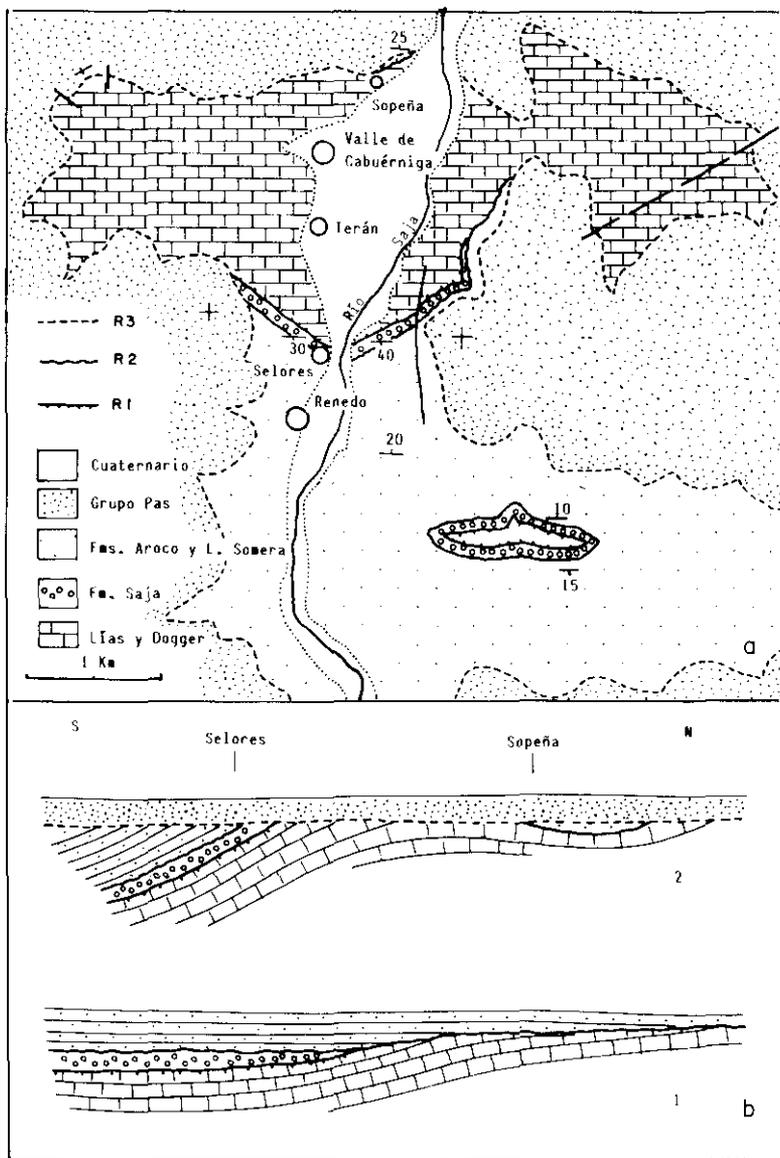


Fig. 3.—a) Mapa geológico simplificado de un sector de la Cuenca de Santander (situación en Fig. 1). b) Corte que muestra las relaciones geométricas actuales entre las tres macrosecuencias (2), y reconstrucción de las relaciones probables entre las macrosecuencias inferior y media en el momento de su depósito (1).

Fig. 3.—a) Simplified geological map of a sector of the Santander Basin (for situation, see Fig. 1). b) Cross-section showing actual geometric relationships between the three macrosequences (2), and a reconstruction of the inferred relationship between the lower- and middle macrosequences at the time of deposition (1).

## MACROSECUENCIAS DEPOSICIONALES DE LA PLATAFORMA DE GUIPUZCOA

### Generalidades

Los afloramientos del Oxfordiense-Barremiense de la plataforma de Guipúzcoa se encuentran, principalmente, en la orla de los macizos paleozoicos vascos y en el anticlinorio de Azpeitioa-Azcoitia. Aparecen, además, en Navarra (sobre todo en la Sierra de Aralar y sus estribaciones) y en el NE de Vizcaya (Guernica, Aulestia) (Fig. 1). La potencia de la sucesión del intervalo varía desde unos pocos metros a un máximo de 300 m, siendo siempre notablemente más delgada que en la Cuenca de Santander, y presentando variaciones laterales mucho menos acentuadas.

Mi conocimiento directo de las sucesiones de la Plataforma de Guipúzcoa es todavía incompleto, y mis conclusiones están en parte basadas en trabajos de autores anteriores. De éstos, me han resultado particularmente significativos los de Soler (1971 y 1972a y b), Floquet y Rat (1975) y Bullard *et al.* (1979).

### Caracterización de las Macrosecuencias

Tal como señalo en la introducción de este trabajo, en la Plataforma de Guipúzcoa se reconocen también 3 macrosecuencias para el Oxfordiense-Barremiense. No obstante, sus facies y espesores son siempre muy diferentes a sus equivalentes de la Cuenca de Santander.

La macrosecuencia inferior comprende al Malm-1 y Malm-2 de Soler (1972a y b), y está por tanto íntegramente representada por facies marinas, aunque con un cierto grado de restricción. El Malm-1 está constituido por una alternancia de margas, lutitas y calizas impuras (a veces arenosas), en la que Bullard *et al.* (1979) encontraron una rarificada fauna de ammonites del Oxfordiense medio-superior. El Malm-2 está formado por calizas bioclásticas y oolíticas, estratificadas en bancos gruesos y ocasionalmente bioconstruidas. La presencia habitual de *Alveosepta jaccardi* permite su atribución al Kimmeridgiense *s.l.* En conjunto, el espesor máximo de la macrosecuencia es de unos 100 m, si bien lateralmente puede reducirse fuertemente e incluso desaparecer.

La discontinuidad basal de la macrosecuencia inferior (R1) fue ya apuntada por Soler (1972b) quien, refiriéndose al Malm-1, escribía: «Es probable una perturbación de la sedimentación en su base, apoyada en el cambio brusco de las condiciones sedimentológicas: paso rápido de las facies de mar abierto callovienses a facies regresivas con influencia del material alóctono en un medio semiconfinado». Esta posibilidad fue comprobada y documentada posteriormente por Bullard *et al.* (1979), quienes

indicaban que está marcada bien por «diversos fenómenos sedimentarios escalonados en el tiempo (niveles de retrabajamiento, cambios litológicos)», o incluso por «una superficie de discontinuidad sedimentaria recubierta de ammonites del Oxfordiense medio». En cualquier caso implica siempre un hiato que comprende, cuando menos, al Calloviense superior y al Oxfordiense inferior. Floquet y Rat (1975) demostraron, en la Sierra de Aralar, el importante cambio de pautas de subsidencia que tuvo lugar durante el depósito de esta unidad. De acuerdo con los autores citados, el fondo de la Cuenca sufrió una clara flexión, que influyó decisivamente en la distribución de facies sedimentarias como, por ejemplo, en la posición de las formaciones arrecifales kimmeridgienses. Significativamente, dicha flexión perduró, como elemento paleogeográfico, durante el resto del Jurásico y durante el Cretácico inferior.

La macrosecuencia media está constituida por una unidad esencialmente carbonatada, muy característica, denominada por Soler (1972a y b) «Purbeck-Neocomiense» o «Calizas con Sérpulas». Su espesor máximo ronda los 100 m, y en detalle presenta una gran variabilidad de facies, desde calizas con characeas (p. ej., en Iribas), hasta calizas coralinas bio-construidas (p. ej., en Leiza).

La ruptura basal de esta unidad (R2) es conocida también desde hace tiempo. Soler (1971 y 1972a y b) se refiere a ella como «discordancia kimmérica», y Floquet y Rat (1975) como «discontinuidad postkimmeridgiense». Según mis observaciones, en Aralar se materializa en una superficie neta e irregular, tallada en las calizas kimmeridgienses, con rasgos sugerentes de emersión y ligera karstificación. Regionalmente, se manifiesta en una discordancia cartográfica, que determina que las «Calizas con Sérpulas» puedan reposar directamente sobre el Dogger. Localmente, esta discordancia es visible incluso a escala de afloramiento (Zuazo, 1986).

La macrosecuencia superior, por último, incluye al variado conjunto de materiales situados entre las «Calizas con Sérpulas» y los niveles basales del Urgo-Aptiense. De espesor variable (falta a veces y alcanza unos 100 m como máximo) presenta en general una pauta vertical transgresiva. Así, en la Sierra de Aralar (uno de los sectores en que la macrosecuencia está mejor desarrollada), la sucesión comienza con un tramo predominantemente terrígeno que reposa abruptamente sobre las «Calizas con Sérpulas». En el corte de las Cuevas de Amutxete, por ejemplo, son lutitas, arenas y, sobre todo, margas nodulizadas, comparables por sus rasgos macro y microscópicos con suelos hidromórficos indicativos de ambientes dulce-acuícolas y transicionales. El brusco cambio de condiciones, y la propia naturaleza del contacto con las calizas infrayacentes, denotan claramente la ruptura basal de la macrosecuencia (R3). Sobre el citado tramo basal aparece una alternancia irregular de calizas, arcillas negras y algún nivel arenoso. Las calizas son generalmente bioclásticas, con restos de gasterópodos, lamelibranquios, sérpulidos y ocasionalmente ostréidos de

pequeño tamaño. Las arcillas contienen abundantes restos vegetales y pequeños lamelibranquios, sobre todo *Astarte*. Al ascender en la serie, la frecuencia de niveles calcáreos aumenta, hasta la aparición eventual de facies de mar abierto, con orbitolinas, erizos y ammonites («Esquistos de Erizos» de Soler, 1971), pertenecientes ya al Bedouliense.

## MACROSECUENCIAS DEPOSICIONALES EN OTROS DOMINIOS DE LA REGION VASCO-CANTABRICA

### Umbral de Cantabria-Obarenes

La Sierra de Cantabria-Montes Obarenes constituyen una alineación montañosa de materiales mesozoicos (principalmente del Cretácico superior), alargada en dirección E-W y cabalgantes hacia el Sur sobre la depresión terciaria del Ebro (Fig. 1). En este dominio, que constituye la parte más meridional de la Región Vasco-Cantábrica, la sucesión Oxfordiense-Barremiense aparece sólo de manera esporádica, en pequeños afloramientos ligados a diapiros y/o a fallas transversales a la sierra. En ninguno de los afloramientos conocidos la sucesión aparece completa, y su potencia acumulativa es relativamente modesta.

La macrosecuencia inferior aflora únicamente en el sector de Montoria-Peñacerrada, al Sur de Vitoria, cuya sucesión jurásica fue cartografiada y descrita por Assens (1971). Dicha macrosecuencia está representada por una alternancia de margas y calizas limosas y arenosas, en la que el contenido terrígeno aumenta hacia el techo, llegando a existir conglomerados siliciclásticos. La unidad, que alcanza una potencia de 230 m, contiene ocasionalmente ammonites y, según Assens (*op. cit.*) es de edad Oxfordiense superior y, quizá, Kimmeridgiense basal.

Su ruptura de base (R1) está marcada por un *hard-ground* con oolitos ferruginosos, desarrollado sobre calizas del Calloviense inferior o medio con *Macrocephalites*. Dos aspectos adicionales merecen ser subrayados: (1) la sucesión jurásica infrayacente a la macrosecuencia inferior es prácticamente idéntica en edad y facies a la que existe por debajo de la Fm. Aguilar en la Cuenca de Santander; y (2) el espesor de la sucesión del Lias-Dogger ronda los 250 m, esto es, casi la misma que la de la macrosecuencia inferior por sí sola. Es claro, por tanto, que el depósito de esta última tuvo lugar durante una fase de aceleración de la tasa de subsidencia local, rasgo compartido con la Fm. Aguilar (ver arriba).

La macrosecuencia media no se ha identificado positivamente en ningún punto. La macrosecuencia superior, por el contrario, tiene una representación relativamente amplia, apareciendo en los afloramientos de Montoria, Ocio e Ircio, entre otros, lo que demuestra su carácter expansivo. Esta macrosecuencia reposa en discordancia o para-concordancia sobre

distintos términos estratigráficos, desde el Lías inferior al Oxfordiense, y está constituida por alternancias de conglomerados, areniscas, calizas y arcillas rojas (con ostrácodos de agua dulce), en proporciones que varían de unos afloramientos a otros. La sucesión, cuya potencia no supera por lo general los 100 m, pasa gradualmente al techo a arenas y calizas arenosas con ostreidos, de facies marino-litorales, probablemente aptienses.

### **Cuenca de Bilbao**

En la Cuenca de Bilbao (Fig. 1) los materiales aquí considerados afloran únicamente en el núcleo de estructuras anticlinales o dómicas, en ninguna de las cuales la erosión ha profundizado lo suficiente para alcanzar la base de la sucesión. El espesor exhumado alcanza casi 2000 m, pero datos de subsuelo indican que la potencia de la serie soterrada es, cuando menos, de magnitud parecida o superior. La serie aflorada, referida en la literatura regional como Fm. Villaro, está constituida por una monótona sucesión de arcillas negras, con intercalaciones areniscosas más o menos importantes según sectores y minoritarias calizas y dolomías (García Garmilla, 1987). Dado su carácter mayoritariamente terrígeno, y su posición estratigráfica (inmediatamente bajo el Aptiense), mi hipótesis es que corresponde en su totalidad a la macrosecuencia superior del intervalo. Más concretamente, es posible que represente el equivalente distal de los ambientes fluviales y fluvio-lacustres del Grupo Pas de Santander.

## **DISCUSION DE LOS DATOS**

### **Correlación y edad de las macrosecuencias**

Numerosos trabajos de aparición reciente han enfatizado la validez del análisis secuencial o macrosecuencial como herramienta de correlación regional e interregional (p. ej., Mitchum *et al.*, 1977; Garrido Megias, 1982). En base a los mismos, a mi propia experiencia y a los datos arriba expuestos, creo justificado proponer que las 3 macrosecuencias reconocidas en la Cuenca de Santander, en la Plataforma de Guipúzcoa y en el Umbral de Cantabria-Obarenes, son aproximadamente contemporáneas entre sí. Esta hipótesis se presenta gráficamente en la Fig. 4, que muestra también, de modo esquemático, las facies y sistemas sedimentarios de las 3 macrosecuencias en los distintos dominios (para la Cuenca de Santander se ha representado la sucesión de la cubeta meridional). Conviene subrayar que la magnitud de los distintos hiatos reflejada en el esquema es un tanto arbitraria, dadas las dificultades de datación fina de las series involucradas. De hecho, es probable que el mayor hiato sea el existente entre las macrosecuencias media y superior (R3).

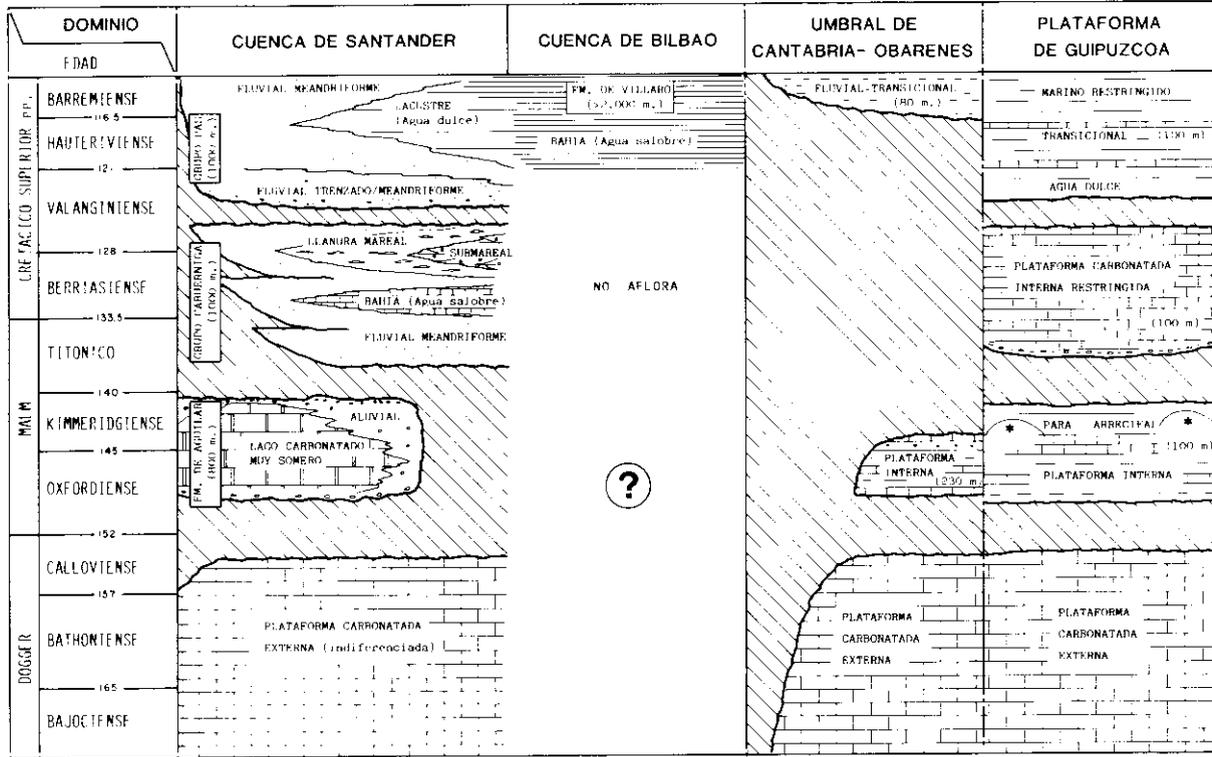


Fig. 4.—Cuadro de correlación litoestratigráfica de las sucesiones del Dogger, Malm y Cretácico inferior p.p. de los distintos dominios de la Región Vasco-Cantábrica, basado en macrosecuencias deposicionales. Explicación en el texto. (Edades absolutas de los pisos, en millones de años, tomadas de Haq *et al.*, 1987).

Fig. 4.—Lithostratigraphic correlation chart, based on depositional macrosequences, of the Dogger, Malm and Lower Cretaceous p.p. of the different domains recognized in the Basque Cantabrian region. Explanation within the text. (absolute age dates, in millions years, after Haq *et al.*, 1987).

La edad de la macrosecuencia inferior (Oxfordiense p.p.- Kimmeridgiense p.p.) queda razonablemente bien fundamentada en base a los datos faunísticos de la Plataforma de Guipúzcoa y del Umbral de Cantabria-Obarenes, anteriormente comentados. La de las macrosecuencias media y superior resulta, por el momento, más comprometida de fijar. La presencia en la Fm. Aroco de *Anchispirocyclina lusitanica* (EGGER) (en el sector de Ramales de la Victoria), señalada entre otros por Rat (1959, 1962), Ramírez del Pozo (1969) y Salomón (1982) proporciona, no obstante, una primera orientación sobre la cronología de la macrosecuencia media. Este foraminífero, en efecto, es frecuente en el Jurásico superior y tránsito Jurásico-Cretácico (Ramalho, 1971; García Hernández, 1978) lo que permite situar a la Fm. Aroco hacia el Titónico y/o en el tránsito Jurásico-Cretácico. La suprayacente Fm. Loma Somera podría entonces corresponder al Berriasiense, si bien algunos autores la suben al Valanginiense inferior. La edad del comienzo de la macrosecuencia superior es prácticamente imposible de fijar con los datos actuales. La atribución al Valanginiense superior, indicada en el esquema de la Fig. 4 es, por tanto, puramente especulativa. El techo de la macrosecuencia, está marcado por la instauración generalizada de facies marinas en el Aptiense basal.

### Comparación con ideas previas

Uno de los primeros cuadros litoestratigráficos del intervalo Oxfordiense-Barremiense para el conjunto de la región Vasco-Cantábrica, realizado por Soler (1972b), se reproduce en la Fig. 5. Autores posteriores aportamos nuevos datos y matizaciones más o menos importantes pero las líneas generales del citado esquema se han mantenido vigentes hasta la fecha. Este cuadro es, por tanto, una excelente referencia para contrastar las ideas previas con las propuestas en este trabajo.

La comparación entre las figuras 4 y 5 pone de manifiesto que la divergencia más notable entre el esquema tradicional y el que propongo en este trabajo radica en la consideración que se le da a la rupturas que marcan el paso de facies marina a no marina en los diferentes dominios. En el esquema tradicional, se considera una ruptura única, general para toda la cuenca. Según mi interpretación, se trata de 2 rupturas diferentes, más antigua en la Cuenca de Santander (R1), que en la Plataforma de Guipúzcoa o en el Umbral de Cantabria-Obarenes (R2).

De acuerdo con la idea tradicional, la sedimentación marina habría perdurado en la Región Vasco-Cantábrica, de forma más o menos ininterrumpida, hasta el Kimmeridgiense inferior/medio. Se producirían entonces movimientos tectónicos (i. e. movimientos kimméricos o finijurásicos), con basculamientos generalizados y arrasamiento parcial de la sucesión marina. La subsiguiente reanudación de la sedimentación conllevaría la instauración casi simultánea de condiciones no marinas o marino-restringidas.

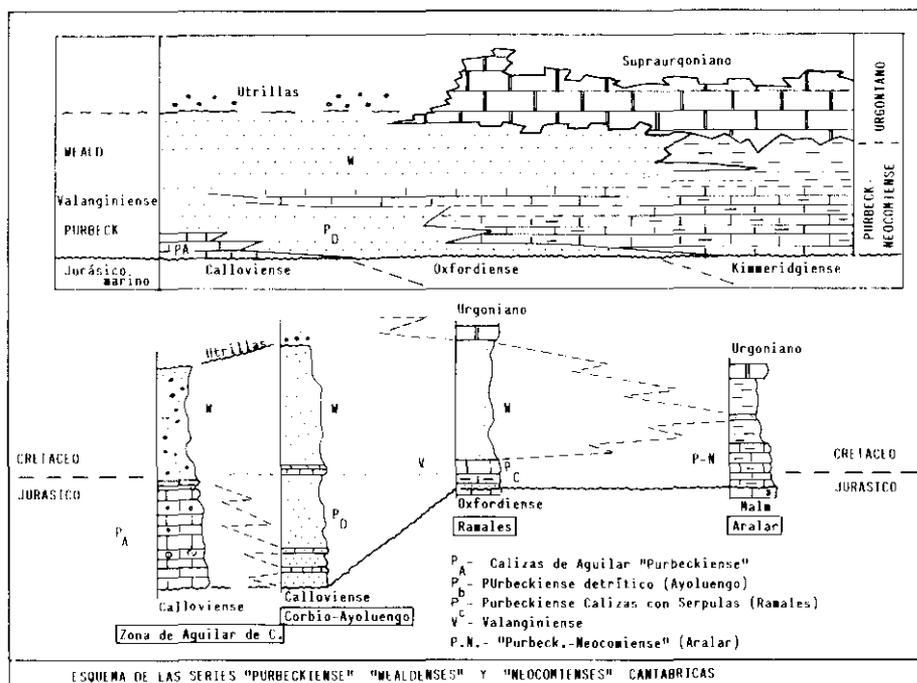


Fig. 5.—Cuadro de correlación litoestratigráfica del Malm y Cretácico inferior de la Región Vasco-Cantábrica propuesto por Soler (1972b). (Redibujado a partir de su figura 7).

Fig. 5.—Lithostratigraphic correlation chart of the Malm and Lower Cretaceous proposed by Soler (1972b). (Redrawn from his Fig. 7).

La correlación aquí discutida implica, por el contrario, que la aparición de facies no marinas en la región no responde a un fenómeno único, sino a un proceso escalonado a lo largo del Jurásico superior. Una primera fase de movimientos tectónicos tuvo lugar hacia el Calloviense superior-Oxfordiense inferior, produciendo una variación importante de las pautas de subsidencia dominantes durante el Lías y el Dogger. Como resultado de la misma, el área de sedimentación marina experimentó una reducción notable, al tiempo que en zonas abandonadas por el mar se crearon cuencas continentales más o menos aisladas, algunas de las cuales acumularon importantes espesores sedimentarios.

La siguiente fase tectónica, ocurrida a finales del Jurásico o principio del Cretácico, determinó también una importante reordenación paleogeográfica. Por un lado, se produjo una práctica desaparición de condiciones marina abiertas en todo el ámbito de la Región Vasco-Cantábrica. Por otro, se creó un nuevo dispositivo de sistemas sedimentarios, mucho más extenso que los existentes durante la macrosecuencia inferior, como esquemáticamente se representan en la Fig. 4.

El ensayo de correlación que propongo en este trabajo no pretende ser definitivo. Se trata, como se ha indicado anteriormente, de una hipótesis de trabajo, realizada a partir de los datos actualmente disponibles. Es evidente, sin embargo, que esta hipótesis deberá ser objeto de ulteriores estudios de campo y de laboratorio para verificarla o, en su caso, modificarla.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es una contribución al Proyecto de Investigación X-86.053 «Análisis secuencial y sistemas deposicionales del ciclo alpino en la Cuenca Vasco-Cantábrica», financiado por el Gobierno Vasco.

## BIBLIOGRAFIA

- ASSENS, J. (1971). El Jurásico de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes. *Cuaderno de Geología Ibérica*, 2, 533-540.
- BRENNER, P. (1976). Ostracoden und Charophyten des spanischen Wealden (Systematik, Ökologie, Stratigraphie, Paläogeographie). *Paleontographica Abt. A.*, 152, 113-201.
- BULLARD, P. F.; FEUILLEE, P. y FLOQUET, M. (1979). La limite Jurassique moyen-Jurassique superieur dans la Sierra d'Aralar (Pyrénées Basques Espagnoles). *Cuad. Geología (Granada)*, 10, 179-196.
- FLOQUET, M. y RAT, P. (1975). Un exemple d'interrelation entre socle, paleogeographie et structure dans l'Arc Pyrénéen Basque: La Sierra d'Aralar. *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn.*, XVIII, 497-512.
- GARCIA DE CORTAZAR, A. y PUJALTE, V. (1982). Litoestratigrafía y facies del Grupo Cabuérniga (Malm-Valanginiense inferior) al S de Cantabria-NE de Palencia. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8, 5-21.
- GARCIA-GARMILLA, F. (1987). Las formaciones terrígenas del wealdense y del Aptiense inferior en los anticlinorios de Bilbao y Ventoso (Vizcaya, Cantabria): Estratigrafía y Sedimentación. Tesis, Univ. País Vasco (Inédita), 340 págs.
- GARCIA-HERNANDEZ, M. (1978). El Jurásico terminal y el Cretácico inferior en la Sierras de Cazorla y del Segura (zona Prebética). Tesis Doctorales de la Universidad de Granada, 190, 344 págs.
- GARRIDO MEGIAS, A. (1982). Introducción al análisis tectosedimentario: aplicación al estudio dinámico de cuencas. *V Congreso Latinoamericano de Geología. Argentina. Actas I*, 385-402.
- HAQ, B.; HARDENBOL, J. y VAIL, P. (1987). Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235, 1156-1167.
- MITCHUM, R. M.; VAIL, P. R. y THOMPSON, III, S. (1977). The Depositional Sequence as a Basic Unit for Stratigraphic Analysis. In: *AAPG Memoir*, nº 26, 53-62.
- PUJALTE, V. (1981). Sedimentary succession and palaeoenvironments within a fault-controlled basin: the «Wealden» of the Santander area, Northern Spain. *Sedimentary Geology*, 28, 293-325.

- PUJALTE, V. (1982a). La evolución paleogeográfica de la Cuenca Wealdense de Cantabria. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8, 65-83.
- PUJALTE, V. (1982b). Unidades litoestratigráficas del tránsito Jurásico-Cretácico, Berriasiense, Valanginiense, Hauteriviense y Barremiense de la Región Vasco-Cantábrica y Pirineo Navarro. In: El Cretácico de España. Univ. Complutense. Madrid, 51-62.
- PUJALTE, V. (1985). The Wealden basin of Santander. In: Garcia-Mondéjar *et al.*, "Sedimentation and tectonics in the western Basque-Cantabrian area (Northern Spain) during Cretaceous and Tertiary times. *Excursion Guidebook of the 6th European Regional Meeting*. Lleida. *Excursion n° 9*, 351-371.
- PUJALTE, V. (1988). La Cuenca lacustre de Aguilar de Campoo (Jurásico superior) y sus relaciones con la falla transcurrente de Ventaniella. II Coloquio Geológico de España. Simposio sobre cuencas en régimen transcurrente, 135-144.
- RAMALHO, M. M. (1971). Contribution à l'étude micropaléontologique et stratigraphique du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur des environs de Lisbonne (Portugal). *Servicios Geológicos de Portugal. Mém. n° 19*, Nova Serie, 212 pp.
- RAMÍREZ DEL POZO, J. (1969). Síntesis estratigráfica y micropaleontología de las tacias Purbeckiense y Wealdense del Norte de España. Ediciones CEPESA, S.A., 68 pags.
- RAT, P. (1959). Les pays Crétacés basque-cantabriques (Espagne). Thèse Fac. Sc. Publ. Univ. Dijon, XVIII, 525 pp.
- RAT, P. (1962). Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien Wealdien de la région de Santander (Espagne). B.S.G.F., IV, 3-12.
- ROBLES, S.; PUJALTE, V. y VALLES, J. C. (1988a). Sistemas sedimentarios del Jurásico de la parte occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Instituto de Estudios Riojanos. *Ciencias de la Tierra, Geología*, 11, 1-15.
- ROBLES, S.; PUJALTE, V. y VALLES, J. C. (1988b). Sistemas sedimentarios e implicaciones tectoestratigráficas de la Formación Saja, Jurásico superior continental de Cantabria. III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España. *Resúmenes de Comunicaciones*, 88-89.
- SALOMON, J. (1982). Les formations continentales du Jurassique supérieur-Crétacé inférieur (Espagne du Nord, Chaînes Cantabrique y NW Iberica). *Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*, 6, 227 pp.
- SCHUDACK, M. (1987). Charophytenflora und fazielle entwicklung der grenzsichten marine Jura/Wealden in den nordwestlichen Iberischen ketten (Mit Vergleichen zu Asturien und Kantabrien). *Paleontographica Abt. B.*, 204, 1-180.
- SOLER, R. (1971). El Jurásico marino de la Sierra de Aralar (Cuenca Cantábrica oriental): los problemas postkimméricos. *Cuadernos de Geología Ibérica*, Madrid, 2, 509-532.
- SOLER, R. (1972a). El Jurásico y Cretáceo inferior de Leiza y Tolosa (Cuenca Cantábrica Oriental). *Bol. Geol. Min.*, T. LXXXIII-VI, 582-594.
- SOLER, R. (1972b). Las series jurásicas y el purbeckiense-neocomiense de Guernica. *Bol. Geol. Min.*, T. LXXXIII-III, 221-230.
- ZUAZO, J. A. (1986). Geología del sector central del Arco Vasco entre los meridianos de Tolosa y Berastegui. Tesis de Licenciatura. Universidad del País Vasco (inéedita), 118 pp.

Recibido 13 marzo 1989

Aceptado 27 junio 1989