

## ESTRATIGRAFIA DEL JURASICO DEL NW. DE NAVARRA

L. VILLALOBOS\* y J. RAMÍREZ DEL POZO\*\*

## RESUMEN:

Se estudian nueve series estratigráficas referibles a dos áreas diferentes: Sierra de Aralar y zona de Leiza-Lecumberri. El estudio de las microfaunas y microfácies de estas series, generalmente pobres en fósiles, así como la determinación, llevada a cabo por especialistas, de los escasos macrofósiles que se han podido recoger, han permitido establecer la división cronoestratigráfica de dichas series y datar, especialmente, el tránsito Jurásico-Cretácico, que se localiza dentro de la facies Purbeck.

Destaca la presencia de un Kimmeridgense de facies biostrómicica en las series de la Sierra de Aralar, no observado en las de la zona de Leiza-Lecumberri, en las que el Jurásico de facies marina termina, en los cortes más completos, con la sedimentación del Oxfordense.

La presencia de movimientos neocimméricos ha motivado la erosión, de distinta intensidad, de los niveles del Jurásico marino, especialmente en algunos sectores de la zona de Leiza-Lecumberri. Por el contrario, estos movimientos se han manifestado con menor intensidad en la Sierra de Aralar.

## RÉSUMÉ:

Nous avons étudié neuf séries stratigraphiques dans deux zones différentes: Sierra de Aralar et zone de Leiza-Lecumberri.

Nous avons pu établir une division chronostratigraphique de ces séries, généralement pauvres en fossiles, grâce à l'étude de la microfaune et des microfácies et grâce aux déterminations, faites par des spécialistes, des rares macrofossiles. Nous avons pu dater le passage Jurassique-Crétacé à l'intérieur du faciès Purbeck.

Nous signalons la présence d'un Kimmeridgien à faciès à biostromes dans les séries de la Sierra de Aralar, lequel n'a été pas observé dans la zone de Leiza-Lecumberri où, dans les coupes les plus complètes, le Jurassique marin s'achève avec la sédimentation de l'Oxfordien.

\* Investigación Geológica de Navarra.

\*\* Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A. e Investigación Geológica de Navarra.

Des mouvements néocimmeriens ont occasionné l'érosion des niveaux jurassiques marins dans certains secteurs de la zone de Leiza-Lecumberri. Ces mouvements se sont manifestés avec moins d'intensité dans la Sierra de Aralar.

#### ABSTRACT

Nine stratigraphic sections from two different areas (Sierra de Aralar and Leiza-Lecumberri Zone) are studied. Microfauna and microfacies researches on this generally macrofossils poor sections and specialists-made determinations of scarce macrofossils collected allows the settlement of a chronostratigraphic division of these sections, specially the passage Jurassic-Cretaceous, located into the Purbeck facies.

It relieves the presence of a biostromic Kimmeridgian in the Sierra de Aralar facies, not observed at Leiza-Lecumberri zone, where the marine Jurassic ends with the Oxfordian sedimentation in the most complete sections.

The presence of Neokimmeric movements provoked the erosion of marine Jurassic levels with a variable intensity, specially in some sectors of Leiza-Lecumberri Zone.

On the contrary, these movements have a minor intensity in the Sierra de Aralar zone.

#### ZUSAMMENFASSUNG:

Es werden neun stratigraphische Serien studiert, die zwei verschiedenen Arealen angehören: Sierra de Aralar und Zone Leiza-Lecumberri. Die Untersuchung der Mikrofaunen und Mikrofazies dieser Serien, im allgemeinen arm an Fossilien, ebenso wie die Bestimmung durch Spezialisten der seltenen Makrofossilien, die man finden konnte, haben uns gestattet, die chronostratigraphische Gliederung dieser Serien und vor allem das Alter des Übergangs Jura-Kreide zu bestimmen.

Dieser Übergang liegt im Innern des purbeckien Fazies.

Zu betonen ist der Unterschied zwischen der Sierra de Aralar mit dem Kimmeridgian biostromischen Fazies und Zone Leiza-Lecumberri, wo der marine Jura zu Ende geht, und zwar mit der Oxford-Sedimentation.

Die neokimmerische Bewegung hat eine starke differenzierende Abtragung veranlasst in den jurassischen Schichten, besonders an gewissen Stellen der Zone Leiza-Lecumberri. Diese Bewegungen hingegen sind in der Sierra de Aralar kaum bemerkbar.

#### INTRODUCCIÓN.

Durante los trabajos de investigación geológica que lleva a cabo la Diputación Foral de Navarra para la ejecución de un mapa geológico provincial, a escala 1:25.000, se han estudiado una serie de cortes del Jurásico que cubren una gran parte del total de sus afloramientos en esta provincia. El trabajo de campo se ha complementado con un estudio micropaleontológico de unas 300 muestras. La determinación de la macrofauna ha sido llevada a cabo por el Dr. Ing. I. QUINTERO, a quien los autores expresan su agradecimiento.

En Navarra, el Jurásico aparece de manera casi exclusiva en su parte Noroeste. Fuera de esta zona, sólo encontramos un pequeño afloramiento en el Sur, cerca de Fitero, que marca la terminación Occidental del Jurásico de la zona de Cameros. Es, pues, en los afloramientos del Norte de Navarra donde el Jurásico se presenta con caracteres propios que permiten su comparación con los afloramientos vecinos y sus relaciones paleogeográficas.

Dentro de estos afloramientos (fig. 1) podríamos distinguir dos zonas, separadas por la importante discontinuidad tectónica que es el cabalgamiento de la Sierra de Aralar, donde el Jurásico cabalga al Cretácico inferior margoso y al Cretácico superior de facies flysch. Al Norte de esta línea, se sitúan una serie de «bandas» del Jurásico con una dirección general que tiende a ser Este-Oeste y que, con frecuencia, están afectadas por una tectónica violenta en la que el Keuper ha jugado un importante papel (fig. 2). La más Septentrional de estas «bandas», la de Leiza, está, además, afectada por un metamorfismo de desigual intensidad que dá lugar a la marmorización de diferentes niveles del Jurásico, constituyendo lo que LAMARE (1925) denomina «nappe de marbres». Tanto el tipo de metamorfismo, como sus posibles fases y su exacta cronología están siendo revisados actualmente, en especial por LOTZE y su escuela.

En cuanto a la Sierra de Aralar, el Jurásico constituye, en una amplia extensión, el frente de cabalgamiento, aunque, con frecuencia, las calizas de facies Urgoniana se intercalan entre el Jurásico y el Cretácico sobre el que cabalga (fig. 2). En la zona central de la Sierra de Aralar (montes de Hatta) cuya morfología, maciza y abrupta, se debe a la dureza de las potentes calizas arrecifales Urgonianas, una serie de fallas inversas hacen aflorar nuevamente, algunos tramos del Jurásico (corte de Madoz).

#### ANTECEDENTES.

La historia de la investigación geológica en esta zona es bastante amplia y se remonta al siglo pasado, cuando el autor francés STUART-MENTEATH (1880-81) y los españoles MALLADA (1882) y ADAN DE YARZA (1882) publican los primeros trabajos detallados de esta provincia. Especialmente el primero establece, a grandes rasgos, la geología de esta porción pirenaica, reconociendo diferentes pisos geológicos, lo que, a pesar de las rectificaciones posteriores, constituye la base de partida de las investigaciones más modernas.

En el siglo actual son de destacar, en primer lugar, los trabajos de PALACIOS (1915 y 1919) que establece ya una estratigrafía más detallada, señalando e ilustrando con fósiles, diferentes pisos del Secundario y Terciario marino.

Es, sin embargo, LAMARE quien, con la recopilación de sus trabajos, publicada en 1936, echa los verdaderos cimientos de la geología de esta zona, hasta el punto de que, en algunos sectores, como es el caso de la Sierra de Aralar, no han aparecido aún publicaciones posteriores. Son de destacar, tanto el detalle de su cartografía, a pesar de la mala base topográfica existente, como la precisión de sus cortes y esquemas, en un trabajo de una extensión verdaderamente considerable. En cuanto al Jurásico, sus divisiones estratigráficas resultan bastante aproximadas a los términos de investigaciones más modernas, si bien falta una exacta delimitación del tránsito Jurásico-Cretácico que, hoy, con la ayuda del estudio de las microfaunas, ha podido establecerse.

Posteriormente, otros autores, entre los que destacamos a LLOPIS (1945), RÍOS, ALMELA, GARRIDO (1944-45) y RAT (1960) han ampliado las investigaciones, pero en problemas que no afectan tan directamente a nuestros objetivos.

Mención aparte merecen los trabajos de LOTZE (1958 y 1961) y su equipo, entre los que destaca el «Mapa Geológico de la zona límite Pirenaico-Cantábrico» (1958).

La bioestratigrafía por medio de microfaunas y microfacies, ha sido anteriormente establecida por uno de nosotros (RAMÍREZ) en su tesis doctoral (1968) y en otros trabajos (1969 *a, b*).

## ESTRATIGRAFÍA.

El Jurásico de Navarra es, en conjunto, poco fosilífero para varios de sus tramos, carácter que se acentúa en determinadas zonas por el metamorfismo que alcanza especialmente a los niveles inferiores. Por esta razón las divisiones cronoestratigráficas se han basado en el estudio de las microfaunas levigadas (Foraminíferos y Ostrácodos) y en el de las microfacies, sirviéndonos, siempre que ha sido posible, de los macrofósiles para el mejor control cronológico. A pesar de esto, la falta de una documentación paleontológica precisa, nos ha impedido fijar límites entre determinados pisos, como es el caso del Hettangense-Sinemuriense o el conjunto Bathonense-Calloviense-Oxfordense. Por el contrario, se ha podido establecer el paso Jurásico-Cretácico y fijar aproximadamente su límite en la mayor parte de las series estudiadas.

Este trabajo incluye nueve cortes o series estratigráficas que hemos agrupado en dos áreas diferentes: Sierra de Aralar y Leiza-Lecumberri, que estudiaremos por separado.

### *El Jurásico de la Sierra de Aralar.*

El corte base para el Jurásico de esta zona es el del Nacedero de Iribas (figs. 4 y 5) por ser el más completo, ya que en él apenas se manifiestan los movimientos neocimméricos que han denudado, con intensidad variable, los pisos altos del Jurásico en la zona de Leiza-Lecumberri. Permite, por otra parte, reconocer el tramo arrecifal del Kimmeridgense, solamente conocido en esta zona, así como el estudio muy detallado de la transición entre el Jurásico y el Cretácico. Sin embargo, este corte no aparece completo en sus tramos inferiores debido al cabalgamiento mencionado anteriormente. Lo completamos con el corte de Dos Hermanas (fig. 3).

En síntesis la sucesión estratigráfica del Jurásico de la Sierra de Aralar es la siguiente:

*Lias inferior calizo-dolomítico*: observado en el corte de Dos Hermanas, con un espesor aproximado de 80-100 m., en el que distinguimos varios tramos litológicos:

- Dolomías y carniolas azoicas.
- Calizas dolomíticas microcristalinas, con limo de cuarzo, estratificadas en bancos delgados.
- Calizas microdolomíticas, con bandas de sedimentación e intercalaciones de micritas y pelmicritas.
- Calizas micríticas, gris-oscuras, en bancos gruesos. Microfacies de biomicritas con *Lingulina*, Ostrácodos y restos de Moluscos y de Equinodermos. Localmente pueden pasar a oosparitas.

Los tres primeros niveles incluyen el Retiense? y Hettangense, siendo, al menos, la mayor parte del cuarto nivel, del Sinemuriense inferior, aunque el límites con el Hettangense no puede fijarse con exactitud.

*Lias superior margoso*: de 150 a 160 m. de espesor, en donde se reconocen:

- 40-50 m. de calizas micríticas y calizas arcillosas azuladas, alternando con finos niveles margosos, con Belemnites, Lamelibranquios y Braquiópodos, algunas de cuyas especies determinadas se indican en la fig. 4.
- 100-120 m. de margas azuladas, generalmente en la base y margas con

intercalaciones de calizas arcillosas en la parte superior. Son micritas y biomicritas con *Dentalina*, *Lenticulina*, *Lingulina* y restos de Crinoideos. En la parte superior aparecen por primera vez los microfilamentos, que en toda la Cuenca Cantábrica tiene lugar dicha aparición en el Toarciense medio. Las margas dan, por levigación, una microfauna generalmente pobre, entre la que se destaca: *Lingulina pupa* (TERQ.) y *Dentalina terquemi* (D'ORB.), en la parte inferior, y *Vaginulina proxima* (TERQ.) y *Nodosaria fontinensis* (TERQ.) en la superior.

Este tramo es el más rico en macrofauna, con Ammonites, Belemnites, Lamelibranquios y Braquiópodos, cuyo estudio minucioso permitiría una subdivisión más fina.

Por la información suministrada por la macrofauna, microfauna y microfácies, sabemos que estos tramos comprenden al Sinemuriense superior, Pliensbachense y Toarciense, pudiendo especificar que el primer tramo de calizas micríticas incluye al Sinemuriense superior y base del Pliensbachense, correspondiendo la mayor parte del segundo tramo al Toarciense.

*Aalenense y Bajocense*: constituidos por 90 m. de calizas arcillosas, a veces en bancos gruesos, con lechos delgados de margas. En conjunto, la litología se hace paulatinamente más calcárea a medida que ascendemos en la serie. Las microfácies representativas de este nivel son biomicritas, biopelmicritas y pelmicritas con microfilamentos, *Eothrix alpina* (LOMB.), *Globochaete alpina* (LOMB.) (zoosporas), *Lenticulina*, *Cornuspira*, *Flabellina*, *Astacolus*, Lithistidae y restos de Crinoideos. En la parte superior, las microfácies contienen los mismos microfósiles, aunque presentan nódulos micríticos muy característicos junto a restos de *Nubecularia*, que siempre se encuentran en el Bajociense superior, coincidiendo con la zona de *Parkinsonia parkinsoni*.

Este tramo conserva, en parte, el carácter fosilífero del anterior, lo que nos ha permitido datar como Aalenense la parte inferior, más margosa, en tanto que la parte superior, más calcárea, con *Garantiana garantiana* y *Parkinsonia parkinsoni* nos señalan el Bajociense superior. En las secciones estratigráficas (figs. 4, 5 y 6) aparece como Bajocense este conjunto que, como hemos indicado, representa al Aalenense y Bajocense.

*Bathonense-Callovioense-Oxfordense*. Forman un conjunto de un espesor entre 220 y 250 m., de calizas grises, más o menos claras, con algunos niveles de calizas grises, más o menos claras, con algunos niveles de calizas arenosas o limolíticas y con otros dolomíticos. Hay varios tramos con silix, que es especialmente abundante en la parte superior y que se presenta tanto en forma de nódulos de gran tamaño con estructura concéntricos, como en forma de silicificación general de la roca. En general las calizas se presentan bien estratificadas, aunque hay varios niveles que tienen claramente carácter masivo, en especial en la parte media.

En la sección estratigráfica del Nacedero de Iribas (fig. 4) hacia el punto 650 de la escala, se localiza un contacto sinuoso entre dos calizas microcristalinas de diferente coloración, existiendo en la base del banco superior, elementos redondeados o cantos de la misma naturaleza que las del banco inferior. Las condiciones del afloramiento no permiten afirmar que se trate de una discontinuidad.

Las microfácies son siempre de calcilutitas y calcarenitas finas, microcristalinas (biomicritas, biopelmicritas, pelmicritas e intrapelmicritas), con algunos

niveles de dolomías, posiblemente secundarios, en la parte superior. También contienen limo de cuarzo y sílex en varios niveles. El contenido microfaunístico de este potente tramo micrítico es pobre en líneas generales. Destacamos la presencia de microfamentos por debajo de la perturbación sedimentaria mencionadas anteriormente y cuya frecuencia disminuye hacia arriba, *Lenticulina*, *Cornuspira*, *Planularia*, *Ammobaculites* (en la parte inferior, referibles, con reservas, a *A. fontinensis*, TERQ.), Valvulínidos (en la parte superior), Ostrácodos y artejos y restos de Crinoides.

Respecto a la macrofauna, es muy pobre, siendo los únicos Ammonites conocidos el *Macrocephalites macrocephalus* (comunicación oral de R. SOLER) y *Perisphinctes* sp., encontrados por debajo del nivel indicado como posible disconformidad. Desgraciadamente, por encima de este nivel, no se han encontrado, hasta el presente, Ammonites en toda la Sierra de Aralar.

Por la uniformidad de las microfacies, escaso valor estratigráfico de los microfósiles y carencia de macrofauna ya señalada, resulta muy difícil fijar los límites entre los tres pisos incluidos en este tramo. No obstante parece probable que el límite entre Calloviense y Oxfordense deba situarse coincidiendo con el nivel de posible disconformidad. La ausencia de microfamentos por encima del mencionado nivel refuerza esta hipótesis, por el hecho de que en toda la Cuenca Cantábrica, estos microfósiles no sobrepasen el Calloviense.

En los cortes de Cuevas de Amutxete y Madoz afloran los términos superiores de este tramo.

*Kimmeridgense*. Representado por un tramo de 90 a 100 m. de calizas cristalinas de tonos claros, que en la parte inferior son microcristalinas y contienen nódulos de sílex como en el techo del tramo anterior.

Las microfacies son intrabiomicritas, de matriz recristalizada (pseudoesparita) con abundante fauna, en parte de carácter arrecifal: *Pfenderina*, *Labyrinthina mirabilis* (WEYNSCH.), *Trocholina alpina* (LEUPOLD), *Conicospirillina* cf. *basiliensis* (MOHLER), Algas Solenoporáceas, Estromatopóridos, Políperos y restos de Moluscos y de Crinoides.

En algunos niveles se ha encontrado *Calamophylliopsis fabellum* y *Stylosmilia michelini*. La parte superior contiene *Exogyra virgula*, que nos marca el «Virguliense».

En el corte de Cuevas de Amutxete, el Kimmeridgense viene definido por una serie de calizas cristalinas, de 100 m. de espesor, idénticas a las que acabamos de describir en la serie del Nacedero de Iribas. En cambio, en el corte de Madoz, entre las calizas microcristalinas con sílex del Jurásico superior (Oxfordense) y las calizas de facies salobre pertenecientes al Purbeck, aparece un tramo de 8 m. de limolitas rojas y amarillentas, que puede ser un equivalente lateral de las calizas del Kimmeridgense del Nacedero de Iribas y Cuevas de Amutxete.

*Facies Purbeck*. Directamente encima de las calizas cristalinas del Kimmeridgense, aparece un tramo de unos 100 m. de calizas gris oscuro a negras, estratificadas en bancos potentes, microcristalinas, lumaquélicas, con asfalto frecuentemente en diaclasas y geodas, que hacia arriba presentan delgadas intercalaciones de arcillas negras hojosas.

Las microfacies de este tramo varían de unos niveles a otros, pues mientras que en algunos bancos son dismicritas arcillosas con Characeas, Ostrácodos, *Glomospira*, Serpúlidos, etc., en otros son biomicitas o intrabiomicritas recristalizadas (pseudoesparita) con abundantes Gasterópodos y Ostreidos que dan

un carácter lumaquélico a estas rocas. En las arcillas intercaladas en la parte superior, encontramos Ostrácodos de facies salobre, entre los que se destacan: *Darwinula leguminella* (FORBES), *Cyprione (Darwinula) oblonga* (ROEMER), *Cypridea* gr. *tumescens praecursor* (OERTLI), *Cypridea* cf. *dunkeri* (JONES).

Por encima de este nivel calizo hay aproximadamente 25 m. de arcillas calcáreas, hojosas, negro-azuladas, con abundantes concreciones ferruginosas, muy cubiertas por vegetación, a las que se superponen calizas margosas pisolíticas, blanco-azuladas, duras y compactas.

Creemos que el límite entre el Jurásico y el Cretácico debe situarse coincidiendo aproximadamente con el punto 400 de la escala (fig. 4) que coincide con la base de *Cypridea* gr. *tumescens praecursor* (OERTLI).

En las series situadas al Este (Madoz) todo el conjunto de facies Purbeck descrito, está representado por un nivel de 100 m. de calizas microcristalinas gris-oscuro, con secciones de Ostrácodos, Characeas y Gasterópodos. Por la imposibilidad de llevar a cabo determinaciones específicas de los Ostrácodos de este tramo calizo no puede señalarse el límite aproximado entre el Jurásico y el Cretácico.

En el corte de Cuevas de Amutxete, la base del conjunto de facies Purbeck está representada por un nivel de calizas pisolíticas y dismicríticas de unos 200 metros de espesor, con Oogonios, Ostrácodos y restos de Moluscos, sobre los que se sitúan unos 27 m. de areniscas amarillentas muy alterables. El resto, está constituido por un tramo de 120 m. de calizas negras, arcillosas en algunos niveles, microcristalinas (generalmente intrabiomicritas y ocasionalmente pisolíticas) con Ostrácodos, *Serpula*, *Glomospira*, tubos de Anélidos y restos de Moluscos, así como arcillas verdosas y rosáceas con intercalaciones de calizas de las mismas tonalidades. Como en Madoz no puede fijarse el límite entre Jurásico y Cretácico por la imposibilidad de determinar los Ostrácodos en lámina delgada, aunque pensamos que debe encontrarse dentro de la parte superior del tramo calizo.

#### *El Jurásico de la zona Leiza-Lecumberri.*

En esta zona, situada inmediatamente al Norte de la anterior, aflora el Jurásico en tres «bandas» de dirección general Este-Oeste, que de Norte a Sur, son:

- la banda de Areso-Leiza-Goriztaran;
- el anticlinal complejo de Huici;
- la banda de Lecumberri-Echarri.

No existen entre las series estratigráficas de estas tres bandas o alienaciones diferencias importantes que no obedezcan a estos dos factores: primero la existencia de un metamorfismo, ya mencionado, que afecta de manera especialmente intensa a la zona más septentrional (Areso-Leiza-Goriztaran) y, en ella, a los niveles inferiores y, segundo, la mayor amplitud y la desigual distribución de los movimientos neocimméricos, responsables de la denudación o falta de sedimentación de distintos tramos del Jurásico. Ahora bien, todas las series de esta zona presentan siempre unas características litológicas y faunísticas uniformes y comunes que permiten la división del Jurásico de esta zona en cinco tramos fundamentales. Los cuatro inferiores no difieren sustancialmente de los correspondientes en la columna-tipo de la Sierra de Aralar que, en síntesis serían: un tramo de base de carniolas, dolomías y calizas, un tramo margoso, otro

margoso-calizo y un tramo calizo, en parte arenoso; sucesión litológica que aún podría resumirse más, señalando solamente una base dolomítico-caliza y una serie margosa superior progresivamente más calcárea hacia el techo. Por el contrario, faltan completamente en esta zona los niveles equivalentes al Kimmeridgense y, posiblemente, a la parte alta del Oxfordense y los tramos de la transición Jurásico-Cretácico ofrecen características bastante diferentes (fig. 6).

Basándonos en la columna-tipo de la Sierra de Aralar podemos señalar las características más esenciales de cada uno de estos tramos en el sector de Leiza-Lecumberri:

a) El tramo inferior aparece más completo en el anticlinal de Huici, donde se apoya directamente sobre el Keuper. En Echarri, en cambio, este tramo está laminado tectónicamente, mientras que en la banda Norte (Leiza), aunque está bien desarrollado, no es posible separar los subtramos litológicos, debido al metamorfismo que ocasiona una marmorización y dolomitización muy intensa.

La parte inferior es siempre dolomítica, con textura cavernosa (carniolas), mientras que la superior muestra la alternancia de niveles calizos y dolomíticos o calizo-dolomíticos, a menudo con textura de finas bandas de sedimentación. Hay también que señalar un horizonte característico, de aproximadamente 0,5 metros, de hematites micácea, sedimentado probablemente a partir del Keuper, ya que se encuentran con frecuencia laminillas de oligisto micáceo en las arcillas rojizas de este piso, que en algunos lugares son muy abundantes (diapiro de Echalecu). En general el Lias inferior de esta zona se adapta a la sucesión litológica más frecuente en todo el Jurásico del Norte de España:

- tramo dolomítico inferior (carniolas);
- tramo calizo inferior, a veces calizo-dolomítico;
- tramo dolomítico superior;
- tramo calizo superior.

Las microfacies y microfaunas son similares a las ya descritas para la Sierra de Aralar. La presencia de una macrofauna característica (*Oxynoticeras oxynotum* y *Lima gigantea*) en los niveles margosos que siguen inmediatamente a este conjunto, corrobora su datación cronoestratigráfica como Retiense?-Sinemuriense inferior.

b) El tramo margoso es, en términos generales, más neto y uniforme que en la Sierra de Aralar, pues las margas son, con frecuencia, más arcillosas y presentan textura hojosa, siempre que no están metamorfizadas y su coloración es más amarillenta. En el corte de Areso este tramo es algo más calcáreo en su parte superior. Los espesores se mantienen relativamente constantes, oscilando entre 100 y 120 m.

Como en la Sierra de Aralar, son estos los niveles más fosilíferos, con fauna relativamente rica de Ammonites, Braquiópodos y Lamelibranquios, entre los que destacamos, por ser fósiles de zona: *Oxynoticeras oxynotum* en la parte inferior, *Hildoceras bifrons* en el Toarciense inferior y *Dumortieria levesquei*, *Grammoceras striatulum* y Harpocerátidos en el Toarciense superior.

En esta zona, no se identifica bien el paquete calizo-margoso que encontramos en la parte inferior de este tramo en la Sierra de Aralar.

c) De una forma progresiva, estas margas dan paso a las formaciones margoso-calizas. En los sectores de Huici y Echarri-Lecumberri es más patente el carácter alternante de margas y calizas más o menos arcillosas, lo que llega a dar un aspecto flyschoides a este tramo. Los bancos calizo-arcillosos muestran,



en muchos casos, una forma lenticular y, como en el corte de Echarri, una estructura de tipo bolar. También sufre el metamorfismo en la banda de Leiza-Gorritzaran, transformándose en mármoles de colores grises o azulados.

Contiene fauna perteneciente al Aalenense y Bajocense (*Geyerina fasciata*, *Bigotites petri*, *Pleydellia comata*, *Ludwigia munchisonae*, *Otoites sauzei*, *Pseudotoites leicharti*, *Polyplectites lingniferus*, *Garantiana garantiana*, *Parkinsonia parkinsoni*).

d) El tramo calizo superior tiene un límite impreciso con el anterior, no sólo por no existir ninguna solución de continuidad en la litología sino, además, por falta de documentación paleontológica. El hecho de haber encontrado formas del Bajocense superior en el techo del tramo margoso-calizo, nos lleva a asignar, si bien de forma imprecisa, una edad Bathonense-Calloviense y, posiblemente, Oxfordense, a estos niveles de calizas que se sitúan sobre el paquete margoso-caizo y las margas arenosas oscuras y euxínicas, correspondientes a la facies Purbeck.

También en esta zona es posible apreciar el carácter parcialmente arenoso de este tramo, aunque faltan los bancos con nódulos de sílex de la parte superior. Desde Leiza hacia el Este se presenta marmorizado.

Este tramo puede faltar total o parcialmente debido a la erosión neocimérica. En los cortes donde aparece más completo alcanza un espesor de unos 200 m. aproximadamente. Se reduce casi completamente en Areso, donde se localiza un umbral, pues vuelve a aparecer completo todo este tramo hacia el Oeste, en la provincia de Guipúzcoa (comunicación personal de R. SOLER), y faltando por completo en el corte de Echarri.

e) El tránsito Jurásico-Cretácico falta igualmente en gran parte de los afloramientos de esta zona. Donde puede observarse más completo es en la «banda» Areso-Leiza-Gorritzaran, representado por niveles de arcillas calcáreas, arenosas, muy oscuras, piritosas, con abundante materia carbonosa y raros microfósiles: *Glomospira*, Miliólidos, restos de Moluscos y de Equinodermos. Inmediatamente encima se superponen calizas arenosas y calizas con sílex, pertenecientes ya al Valanginiense con *Trocholina* (*Neotrocholina*), *Lenticulina*, *Briozos*, *Políperos*, etc.

En la zona media, de Huici, se reduce a 5 ó 10 m., y llega, incluso a desaparecer. En Echarri falta por completo, situándose las calizas del Aptense sobre niveles datados como Bajocense superior, lo que indica que los movimientos neociméricos han actuado en esta zona de una forma especialmente intensa.

#### CONSIDERACIONES SOBRE EL AMBITO SEDIMENTARIO.

Del estudio de estos cortes, deducimos que las condiciones de sedimentación a lo largo del Jurásico se han mantenido muy constantes en las distintas zonas a que hacemos referencia en este trabajo. No hay que olvidar, por otra parte, que además de la reducida extensión del área estudiada, las facies del Jurásico del Norte de España varían muy poco de unas regiones a otras, y las variaciones de lito y biofacies observadas en alguno de los sectores considerados, son debidas a fenómenos postsedimentarios, en especial el metamorfismo.

Como en todo el Norte de España, al principio del Jurásico (Hettangense y Sinemuriense inferior) el ambiente de sedimentación era de aguas muy someras,

generalmente de bajo índice de energía deposicional, con sedimentación de dolomías y calizas dolomíticas, aunque durante el Sinemuriense, el índice de energía ha podido, eventualmente, elevarse, depositándose oosparitas de facies costera.

A partir del Sinemuriense superior y durante el Plienbachense y Toarciense, la cuenca tiene un carácter nerítico, sedimentándose margas y calizas arcillosas en un ambiente reductor. El medio es más tranquilo que en el episodio anterior, y la profundidad mayor, pudiendo estimarse próxima a los 100 m.

Durante el Aalenense y Bajocense el medio sedimentario es semejante al del Toarciense, quizás con una ligera reducción de la profundidad y sedimentación de calizas microcristalinas (biomicritas).

Durante la sedimentación del conjunto Bathonense-Calloviense-Oxfordense, la cuenca tenía carácter nerítico, correspondiendo las calizas microcristalinas a sedimentos depositados en la zona interior de la plataforma continental. En conjunto, el mar pierde profundidad a medida que ascendemos en la serie, reduciéndose en el Oxfordense hasta unos 15 a 30 m. y depositándose sedimentos con importantes aportes terrígenos del continente. En todo caso, el carácter generalmente micrítico de esta serie viene a indicar el débil índice de energía, que, naturalmente, aumenta hacia la parte superior, coincidiendo con los niveles arenosos indicados anteriormente que, al mismo tiempo, pueden contener intraclastos.

En el Kimmeridgense se desarrolla una sedimentación arrecifal (de facies biostrófica) constituida por calizas cristalinas con Políperos y Estromatopóridos, depositados en un medio nerítico correspondiente a la zona interior de la plataforma continental. La parte superior se ha depositado en un medio costero como lo demuestran los Ostreidos observados. Es obvio que el carácter cristalino y la presencia de pseudoolitos en estos niveles indican un alto índice de energía deposicional.

La violenta tectónica que ha afectado al sector Oriental de la Sierra de Aralar (zona de nuestras observaciones) hace difícil la reconstrucción de todos los afloramientos jurásicos con vistas a una posible demarcación del área de sedimentación del Kimmeridgense arrecifal. Es patente que, desde la zona de Iribas y hacia el Oeste, el Kimmeridgense está presente. Por el contrario, en el afloramiento de la zona Central, en cuya parte Oriental se sitúa el corte de Madoz, es clarísima la reducción progresiva de potencia en el sentido Oeste-Este, hasta desaparecer en Madoz. Por todo esto, parece probable la falta de una sedimentación arrecifal durante el Kimmeridgense, al Este del meridiano de Iribas. En el sector de Leiza-Lecumberri falta en todos los afloramientos.

El paso a la facies Purbeck, cuando ésta se desarrolla directamente sobre el Oxfordense o sobre niveles más bajos del Jurásico, es neto, depositándose arcillas negras euxínicas de facies de transición marino-salobre, como es el caso de los perfiles de la zona Areso-Leiza-Gorritzaran. En cambio, cuando la facies Purbeck se sitúa sobre el Kimmeridgense, el paso es gradual, mediante una serie de indentaciones de facies marino-costera (Ostreidos) con facies salobres (Characeas, Ostrácodos, etc.). En conjunto, el Jurásico superior y Cretácico inferior en facies Purbeck presenta, en todo el área de estudio, una facies salobre en transición a marina, siendo, en todo caso, sedimentos depositados en una cuenca poco profunda (no superior a los 25 m.).

## BIBLIOGRAFIA

- ADÁN DE YARZA, R. (1882), *Edad de las ofitas*, Com. Mapa Geol. de España, t. 9, pp. 93-96, Madrid.
- BARTENSTEIN, H., y BRAND, E. (1937), *Mikro-paläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwest-deutschen Lias und Doggers*, Abh. Senckenb naturf. Ges., vol. 439, pp. 1-224, Frankfurt.
- CUVILLIER, J. (1961), *Stratigraphic correlations by microfacies in Western Aquitaine*, E. J. Brill, Leiden.
- DUBAR, G. (1930), *Lias et Jurassique du Baztan*, Bull. Soc. Géol. France, ser. 4, vol. 30, pp. 589-608, Paris.
- EWERT, F. K. (1964), *Geologie des Südteiles der Baskisches Pyrenäen*. Tesis.
- FRANKE, A. (1936), *Die Foraminiferen des deutschen Lias*, Geol. Landes, Berlín.
- LAMARE, P. (1925), *Observations nouvelles sur la «nappe des marbres» des Pyrénées navarraises*, Bull. Soc. Geol. France, vol. 25, pp. 689-691, Paris.
- LAMARE, P. (1936), *Recherches géologiques dans les Pyrénées basques de l'Espagne*, Mém. Soc. Geol. France, n. s., men. 27, Paris.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1945), *Sobre la estructura de Navarra y los enlaces Occidentales del Pirineo*, Miscelánea Almera, t. 1, pp. 159-186, Barcelona.
- LOTZE, F. (1958), *Geologische Karte des Pyrenäisch-Kantabrischen Grenzgebietes 1:200.000*, Compañía Petrolífera Ibérica, S. A.
- LOTZE, F. (1961), *Prinzipien zur Gliederung des «Baskischen Komplexes» (im wesentlichen Unterkreide) in Nordspanien*, N. Gb. Geol. Paläont. Mh., Stuttgart.
- MALLADA, L. (1882), *Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra*, Bol. Com. Mapa Geol. España, t. 9, Madrid.
- PALACIOS, P. (1915), *La formación Wealdense en el Pirineo Navarro*, Bol. Inst. Geol. España, t. 36, pp. 9-15, Madrid.
- PALACIOS, P. (1919), *Los terrenos mesozoicos de Navarra*, Bol. Inst. Geol. España, t. 40, pp. 1-115, Madrid.
- PERCONIG, E. (1968), *Microfacies of the Triassic and Jurassic sediments of Spain*, E. J. Brill, Int. Sed. Petr. Ser., vol. 10, Leiden.
- RAMÍREZ DEL POZO, J. (1968), *Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)*. Tesis Univ. Madrid. (In litt.).
- RAMÍREZ DEL POZO, J. (1969 a), *Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España*, Ediciones CEPESA, S. A., Madrid.
- RAMÍREZ DEL POZO, J. (1969 b), *Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (región Cantábrica): Resumen*, Acta Geol. Hisp., año IV, n.º 3, pp. 49-59, Barcelona.
- RAT, P. (1960), *Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne)*. Thèse, Publ. Univ. Dijon, 18.
- RÍOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1944-45), *Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo Navarro*, Not. y Com., Inst. Geol. Min. España, Madrid.
- STUART-MENTEATH, P. W. (1880-81), *Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipúzcoa et du Labourd*, Bull. Soc. Geol. France, t. 8, Paris.
- VOELTZ, H. (1964), *Zur Geologie der Pyrenäiden im nordwestlichen Navarra-Spanien*. Tesis.
- WEYNSCHENK, R. (1956), *Some rare Jurassic index foraminifera*, Micropaleontology, vol. 2, n.º 3, pp. 283-286, New York.

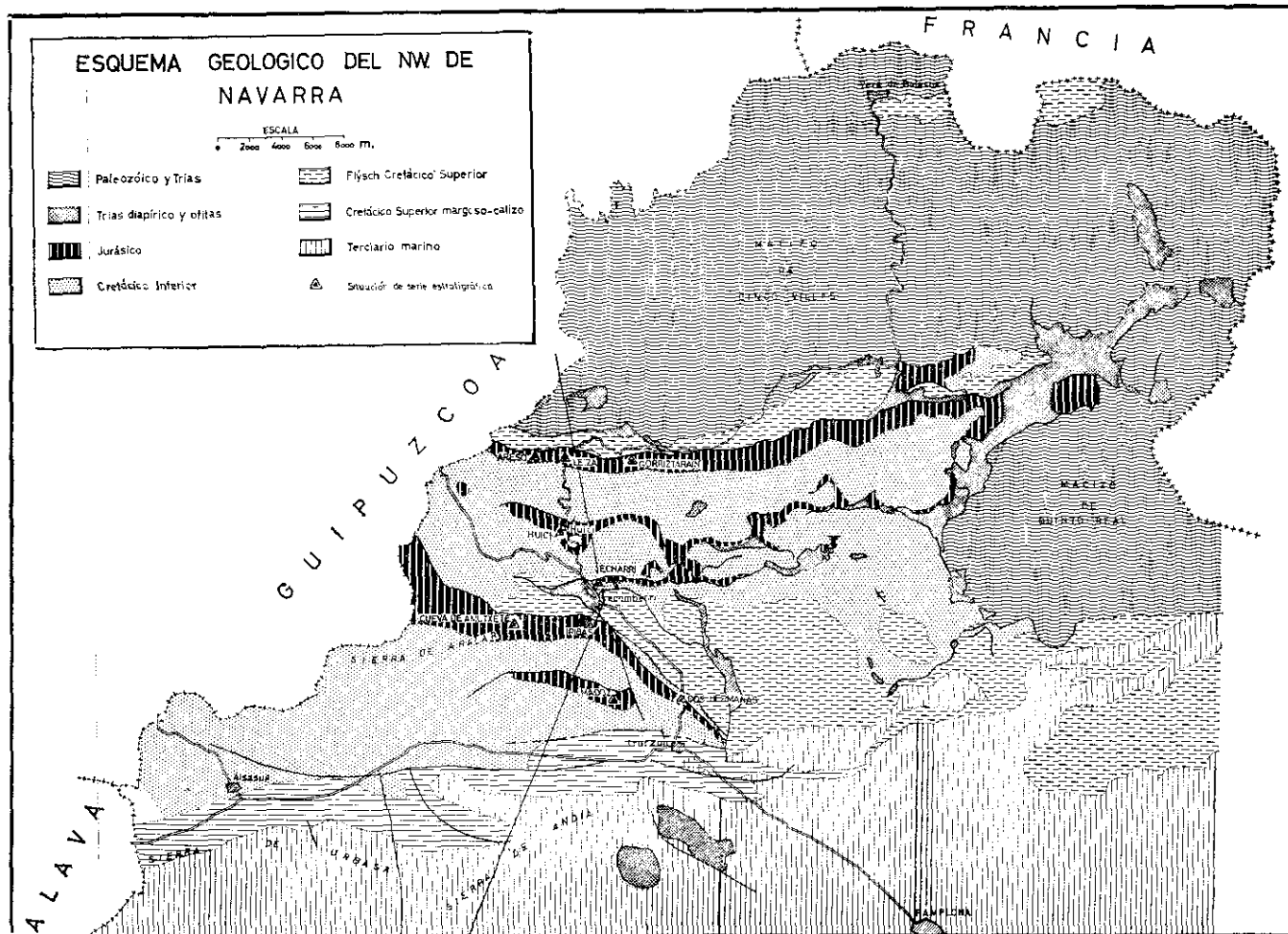


Fig. 1

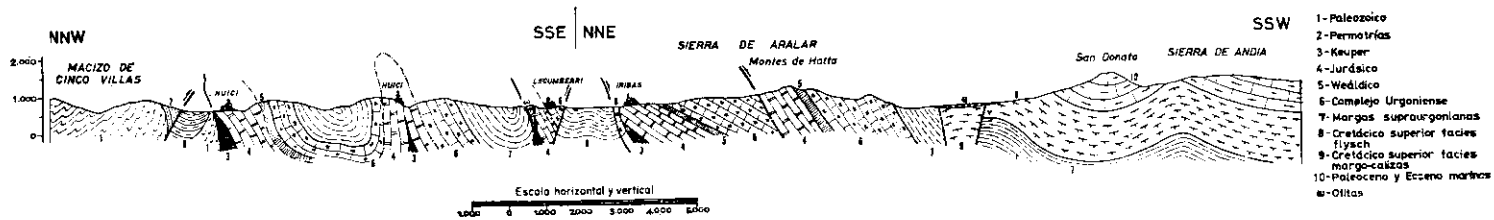


Fig. 2.—Corte Geológico en el NW de Navarra.

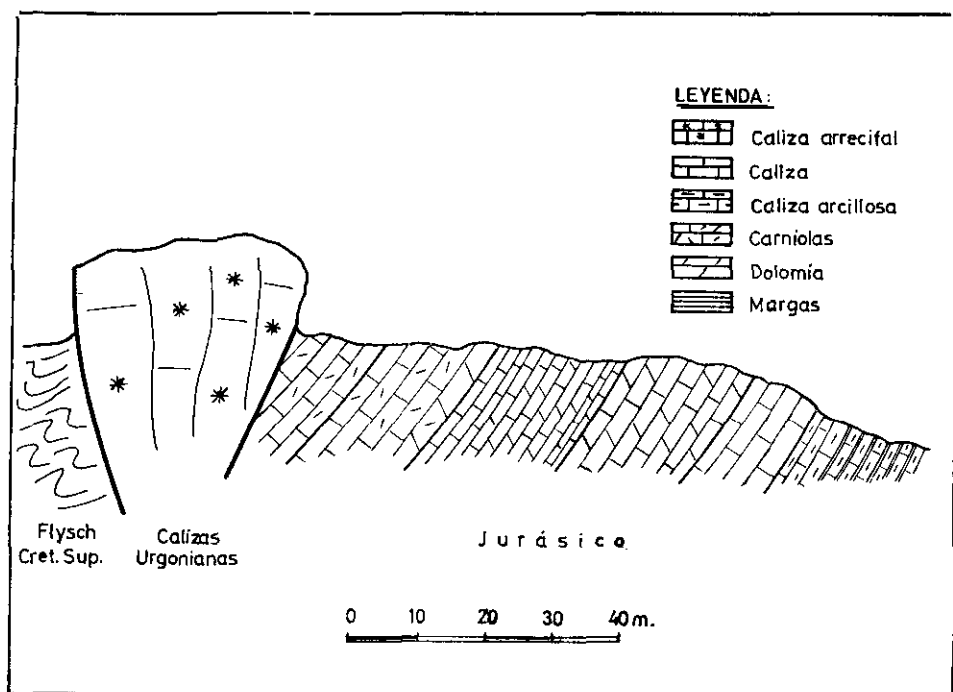


Fig. 3.—Corte de Dos Hermanas (serie invertida)



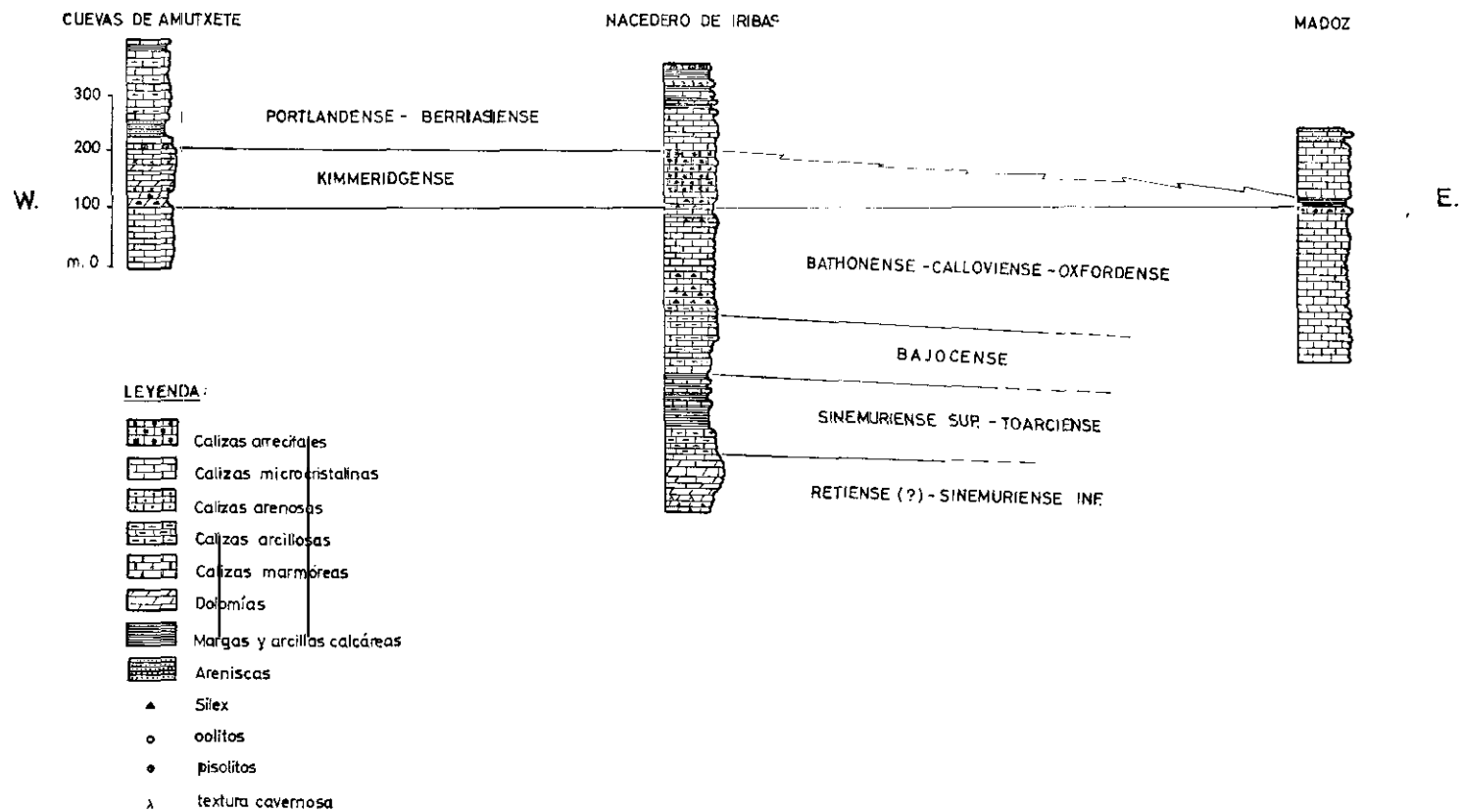


Fig. 5.—Correlaciones esquemáticas del Jurásico en la Sierra de Aralar (Navarra).



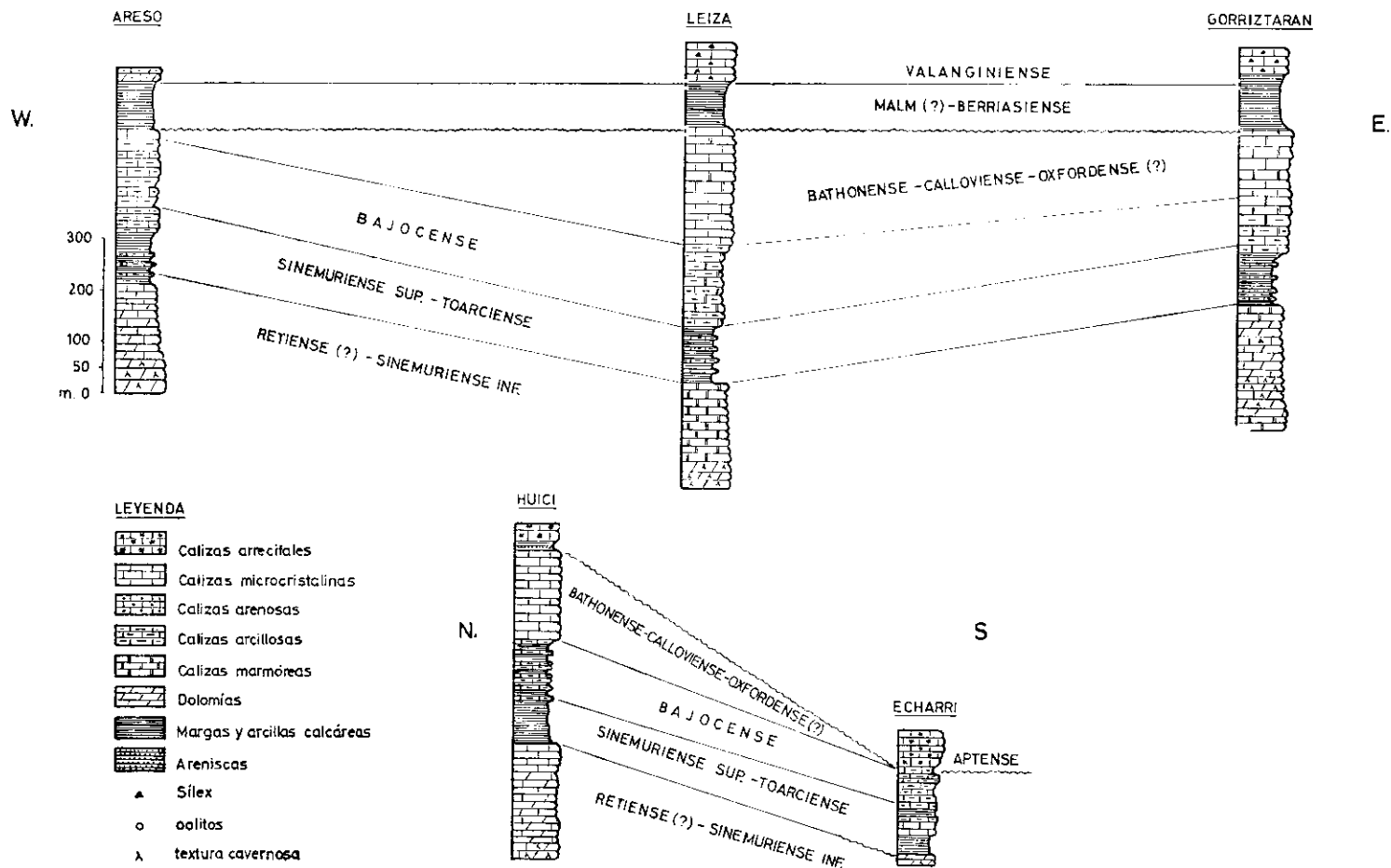


Fig. 6.—Correlaciones esquemáticas del Jurásico entre Leiza y Lecumberri (Navarra).