

LAS CALIZAS DE MOTHO (Albiense Superior, Alsasua, Navarra): ANALISIS DE FACIES.

J. J. Gómez-Alday (*)
y P. A. Fernández-Mendiola (*)

RESUMEN

Se describe la estratigrafía y sedimentología de las calizas de Motho de edad Albiense Medio-Superior en la zona de Alsasua (Navarra).

En ellas pueden diferenciarse tres unidades estratigráficas con caracteres litológicos y geométricos bien definidos. Estas unidades se depositaron en ambientes que incluyen desde sistemas de rampa a plataforma carbonatada. Esta última equivale lateralmente a margas de cuenca. En la plataforma con margen se han diferenciado subambientes de shoal y arrecife "mud mound". La finalización de la plataforma carbonatada se produjo por exposición subaérea y subsiguiente "drowning".

ABSTRACT

We describe the stratigraphy and sedimentology of the Mid-Upper Albian Motho limestones.

Three stratigraphic units with well defined lithologies and geometries have been differentiated. They represent carbonate ramp and rimmed shelf systems. The later is laterally equivalent to a shallow intraplatform marly basin. The rimmed shelf contains shoal and reefal ("mud mound") subenvironments. The demise of the carbonate platform occurred after subaerial exposure followed by a drowning event.

LABURPENA

Lan honetan Motho mendian azaltzen diren Erdi/Goi- Albianeko kareamen estratigrafia eta sedimentologia deskribatzen da.

Ongi definitutako litologi eta geometria dituzten hiru unitate estratigrafiko ezberdin dira, karbonatozko errampa eta plataforma kaleratuko sistemei dagozkienak. Lehengoak sakonera gutxiko barne plataformako arro margotsuarekiko erlazio laterala aurkezten du; plataforma karelatuak "shoal" eta arrecife ("mud mound") azpinguruneak ditu ezaugarri. Karbonatozko plataformaren amaiera airepeko esposizioa eta jarraian hondorapena jasan eta gero gertatu zen.

* Dpto. de Mineralogía y Petrología. Universidad del País Vasco. Apartado 644, 48080 Bilbao.

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

INTRODUCCIÓN

La zona de estudio se sitúa geográficamente en el límite occidental de Navarra, a unos 6 km al noroeste de la localidad de Alsasua. La peña de Motho constituye uno de los cerros que integran los montes de Alzania (Navarra). Geológicamente este área se localiza dentro del dominio sureste del Arco Vasco (Rat, 1959). Estructuralmente las capas presentan una dirección NW-SE y un buzamiento medio de unos 45° hacia el NE y se integran en el flanco sur del sinclinal de Otzaurte.

Las calizas de Motho forman parte de la unidad estratigráfica carbonatada denominada Formación Eguino (García-

Mondejar, 1992; Pascal, 1985), aflorando ésta, en la terminación oriental de la Sierra de Aitzgorri. Las facies de Eguino representan un paso lateral de gran parte de la Formación Balmaseda entre Murguía (Alava) e Irurzun (Navarra) y sus mejores afloramientos son lentes discontinuas calizas entre las que destacan Albeniz, Alsasua y Madalen-Aitz.

Las calizas han sido datadas por ammonites y foraminíferos plantónicos como de edad Albiense Medio (parte superior) a Albiense Superior (bajo) en la zona de *Rotalipora ticensis* (Reitner, 1986)

El objetivo de este trabajo es el análisis sedimentológico de las unidades carbonatadas que afloran en este sector.

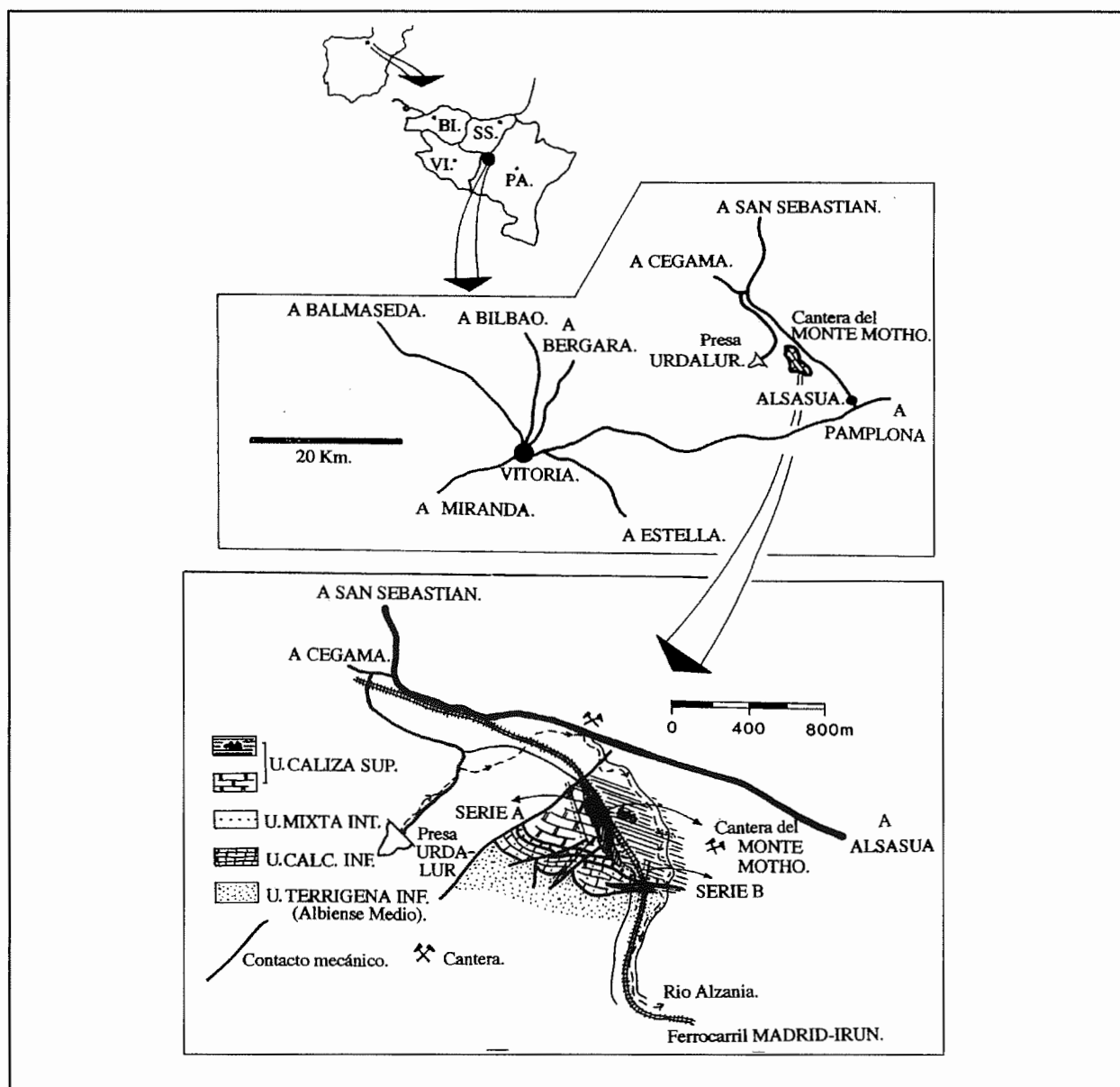


Fig. 1 Localización geográfica y cartografía geológica del área de estudio

SEDIMENTOLOGÍA

La realización de secciones estratigráficas (A y B, Figs. 2 y 3) en el área de estudio, y su posterior correlación cartográfica, han permitido distinguir tres unidades litoestratigráficas que, de muro a techo, denominaremos como *Unidad Calcarenítica Inferior*, *Unidad Mixta (carbonatado-terrágena) Intermedia* y *Unidad Caliza Superior*. Cada una de ellas poseen lito- y biofacies y geometrías deposicionales características representando ambientes deposicionales diferentes.

UNIDAD CALCARENITICA INFERIOR

Constituida por 47 m. de calizas estratificadas en bancos decimétricos a métricos que pasa lateralmente a margas hacia el SE.

Cartográficamente posee una orientación NW-SE y una morfología tabular, aflorando en el sector estudiado sobre una distancia de 1,5Km. de longitud. Esta unidad caliza (serie A Fig. 2) se subdivide en dos lenguas (serie B Fig. 3) hacia el SE con un tramo intermedio margoso. Se observan variaciones de facies netas entre las series A y B (Fig. 2).

Serie A: (Fig. 2)

Elaborada en la vertical de la "Cantera del Monte Motho" denominada por otros autores del Monte Orobe, se compone principalmente de grainstones bioclásticos con tamaños de grano que oscilan entre medio-fino a grueso donde en ocasiones se pueden observar laminaciones que corresponden a formas del lecho submarino (barras ?), lo que implica un medio energético dentro del nivel de base de acción del oleaje (e. g. Scoffin, 1987; Tucker & Wright, 1991).

La macrofauna que se puede observar pertenece a fragmentos de organismos bentónicos, como rudistas de la familia Radiolitidae y otros bivalvos, equínidos, crinoideos, gasterópodos, braquiópodos, corales, y foraminíferos del suborden Rotaliina y sobre todo orbitolínidos.

Hacia el metro 20 se intercala en la serie un miembro de caliza packstone con rudistas Radiolitidos y corales en posición de vida junto a otros invertebrados marinos bentónicos.

Serie B: (Fig.3)

En ella se pueden diferenciar tres tramos. Un primer tramo con facies que corresponden a grainstones bioclásticos, de tamaño de grano medio-fino, estratificados en paquetes masivos de orden métrico. Hacia la base de las mismas aparecen dos niveles nodulosos, bioturbados, con abundantes orbitolínidos y otros bioclastos, que parecen contener una fracción terrígena de tamaño arena fina, formada fundamentalmente por cuarzo, y glauconita. La parte superior consta de unos 6,5 m de grainstones de grano fino-medio, alternando con margas grises, estratificados en bancos centimétricos a decimétricos.

Continúa la serie con un segundo tramo compuesto por 11m de facies margosas con escasa macrofauna, apareciendo foraminíferos bentónicos (orbitolínidos) y algunos serpulidos.

El tercer tramo de 13 m de espesor esta formado por grainstones, bien estratificados, que muestran una secuencia

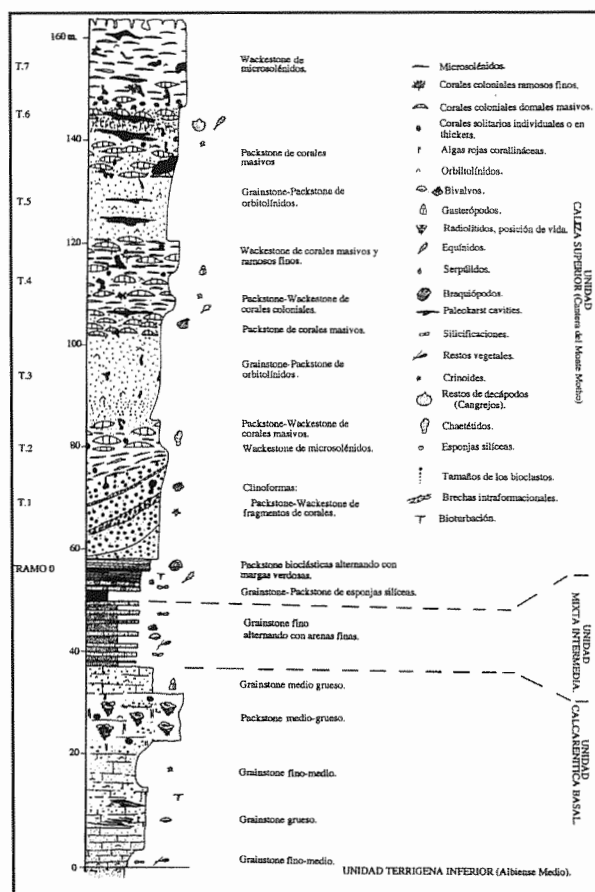


Fig. 2 Columna estratigráfica de las calizas de Motho. Serie A, ver localización en Fig.1.

de tipo "thickening-coarsening upward", con finas pasadas margosas intercaladas. A la base del mismo tramo se observa un nivel más arenoso con algunos restos vegetales carbonatados dispersos.

La macrofauna observada de "visu" en estos tramos no es tan patente, en cuanto a bioclastos observables, como en su equivalente lateral de la serie A. Es de destacar dentro de la macrofauna la aparición de esponjas silíceas en esta parte de la unidad, las cuales podrían haber sido la fuente de sílice para la formación de nódulos silíceos y el reemplazamiento selectivo de conchas de invertebrados (e.g. orbitolínidos). Estos fenómenos de silicificación no se observan en las facies de la serie A.

Ambiente Deposicional:

Las asociaciones de facies indican un ambiente deposicional marino somero perteneciente a un sistema de plataforma de alta energía. Este empezaría con una superficie transgresiva sobre los sistemas terrígenos deltaicos infrayacentes.

Las facies de la serie A representarían las zonas más someras de la plataforma, donde los habitats estaban ocupados por

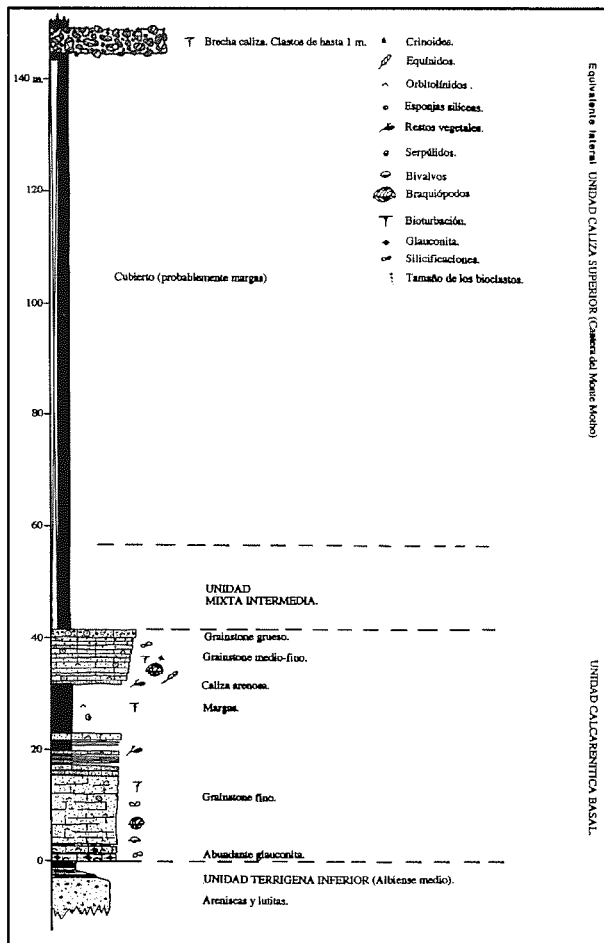


Fig. 3 Serie estratigráfica B equivalente lateral de la serie A. Ver localización en Fig. 1.

rudistas. Lateralmente pasaría gradualmente hacia medios más profundos representados por las facies de la serie B. Aquí dominan las esponjas silíceas y la granulometría es ligeramente inferior.

Estas relaciones de facies sugieren un dispositivo de rampa carbonatada con un sector proximal (Serie A) en paso lateral a un sector intermedio (Serie B) con indicadores de depósito bajo el nivel de base del oleaje.

UNIDAD MIXTA (CARBONATADO TERRIGENA) INTERMEDIA

Concordante respecto a la unidad anterior se observa una serie mixta (terrágeno-carbonatada), bien estratificada, que aflora con una potencia de unos 19 m. aproximadamente (Fig. 2).

Las rocas carbonatadas están representadas por facies de grainstones de bioclastos de tamaño de grano fino-medio. Se presentan estratificados en bancos decimétricos sin macrofauna apreciable, aunque es de destacar, de nuevo, la existencia

de abundantes silicificaciones, cuyo origen pudo haber estado relacionado con la presencia de abundantes esponjas silíceas.

Las calizas alternan con paquetes decimétricos de areniscas tractivas de grano fino que contienen algunos restos de vegetales carbonizados y escasos macrofósiles (bivalvos).

Ambiente Depositional:

La llegada de terrígenos a la plataforma carbonatada anterior supuso un factor de "stress" ambiental capaz de producir la desaparición de los sistemas carbonatados puros previos.

Esta unidad representa un ambiente deposicional más externo y profundo que el de la plataforma inferior, registrando aportes siliciclásticos significativos. Se interpreta que el sistema previo de rampa carbonatada energética experimentó una profundización y fue sucedido por facies de cuenca / surco relativo con influjo terrígeno arenoso-lutítico.

UNIDAD CALIZA SUPERIOR

Esta unidad aflora principalmente en la "Cantera del monte Motho" (Fig. 1 y 2) y su equivalente lateral, esencialmente margoso, ha sido estudiado en la vía de ferrocarril San Sebastian-Alsua (Fig. 3) En la cantera las calizas presentan facies muy masivas, salvo a su base, donde se aprecian clinofomas calizas. La caliza alcanza una potencia global de unos 130m.

En cartografía el litosoma calizo posee una morfología plano-convexa de tipo biohermal y un estudio detallado de las facies carbonatadas ha revelado una sucesión variable y cíclica de las mismas. La serie consta de ocho tramos de naturaleza calcarenítico-micrítica con cambios de facies graduales en la vertical (Fig. 2, Serie A; T0 a T7).

El tramo 0 comienza con 5 metros de grainstones a packstones, de tamaño de grano que oscila entre medio-fino y grueso, a veces nodulosos, interestratificados con margas verdosas (glauconita), con abundantes bioclastos y macrofauna de esponjas silíceas con forma de copa, semejantes a las del género Siphonia, y cilíndricas, abundando las silicificaciones. En las margas es frecuente la presencia de anélidos pertenecientes a la familia Serpulidae.

El tramo 1 consta de packstones y wackestones de tamaños de grano grueso organizadas en estructuras del tipo clinofoma, en las cuales se han medido buzamientos originales de más de 40°. Ligadas a este tramo aparecen facies de tipo brechas intraformacionales de cantos angulosos centimétricos y pasadas de calcarenitas en capas con gradación normal representando eventos tempestíticos.

Por encima hasta el techo de la unidad la serie es de caliza masiva. El tramo 2 contiene facies wackestones de corales coloniales de formas planares delicadas a packstones con corales coloniales domales robustos, así como corales solitarios, a veces formando "thickets", en posición de vida. Estas facies pasan gradualmente al tramo 3 formado por varios metros de grainstone a packstone bioclásticos de grano grueso con orbitolínidos pero con ausencia de corales. Verticalmente se pasa de modo gradual al tramo 4 formado por packstones con corales coloniales masivos, domales sobre todo, y que, a su vez, pasan a wackestones con corales coloniales tabulares finos.

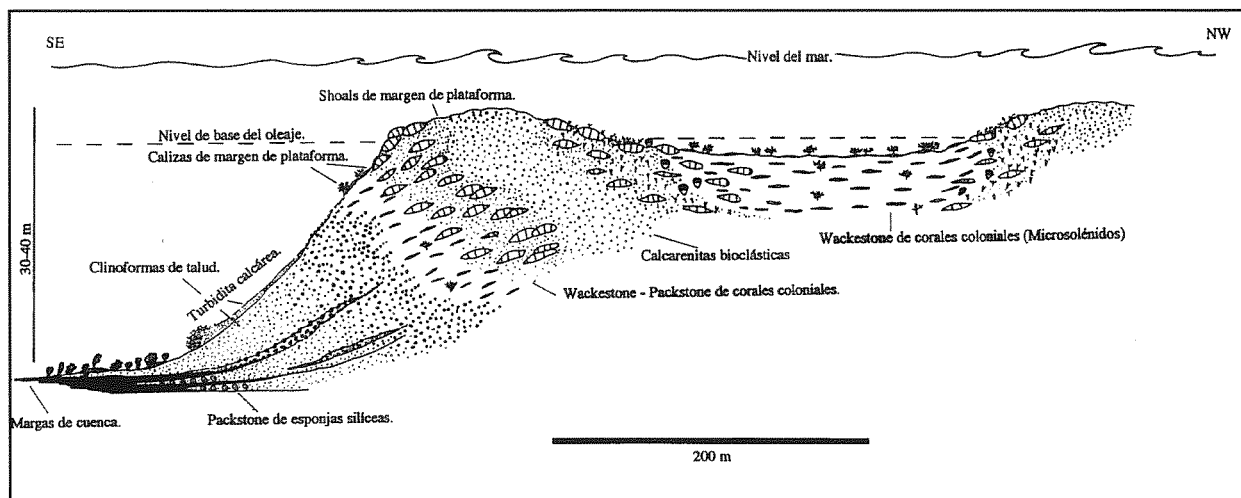


Fig. 4 Modelo deposicional del margen de plataforma carbonatada para la Unidad Caliza Superior.

Por encima y de modo gradual, evolucionan al tramo 5 formado por facies calcareníticas de tamaño de grano grueso (packstones bioclásticos) con ausencia de corales en posición de vida.

A continuación, también en tránsito gradual, se pasa en la vertical al tramo 6 formado por packstones y luego wackestones con corales, siguiendo la misma disposición anteriormente descrita salvo que, en este tramo, aflora un nivel de packstones de algas coralinas rojas. Así mismo, se han observado fragmentos de caparzones de Crustáceos (cangrejos), de diversas especies descritas por Van Straelen, 1940.

El último, tramo 7, consta de facies de tipo wackestone con corales coloniales masivos domales y solitarios, pero hacia techo dejan de observarse estos, apareciendo mayoritariamente formas coloniales tabulares finas y delicadas.

En general en toda la columna caliza de la cantera la fauna fósil dominante son los corales, entre los que destacan las formas coloniales domales masivas, las tabulares (microsolénidos) y ramosas delicadas y finas y formas solitarias o en "thickets". Además se observan moluscos como gasterópodos, lamelibránquios de la familia de los pectínidos o del género *Lithophaga*, esponjas calcáreas (Chaetétidos) y braquiópodos rhinconélidos, entre otros macrofósiles. Abundan los foraminíferos orbitolínidos y en menor medida rotálidos y miliólidos. Subrayar la práctica ausencia de restos de rudistas.

Finalmente, destacar la presencia de cavidades disolucionales intraformacionales a lo largo de los diferentes tramos, especialmente en los tramos 5, 6 y 7. Esto sugiere una o varias exposiciones subaéreas en el transcurso de su desarrollo. La más importante discontinuidad y única superficie candidata con rasgos de emersión se localiza a techo del tramo 7 en el contacto con la unidad suprayacente margosa.

Lateralmente y equivalente a la unidad superior de la cantera, en el corte B (Fig. 3), se encuentran materiales esencial-

mente margosos que posiblemente representen el tránsito lateral de los primeros. La serie margosa culmina con un tramo brechoide calizo. A unos 50m hacia el SE de la serie A, se observan 20 m. de megabrechas con bloques angulosos, entre una matriz margosa, de hasta 4 m. de anchura máxima. El tipo de facies en los bloques es análogo a las calizas de la "Cantera del Monte Motho". Este tramo se acuña hacia el SE y aflora de nuevo a unos 200 m., presentando menor potencia y siendo los clastos de menor tamaño y más redondeados, deduciéndose una morfología de cuña para este nivel sedimentario (Fig. 4).

Ambiente Depositional:

Las calizas del monte Motho indican un ambiente general de sedimentación marino somero de plataforma subtropical dentro de la zona fótica y sometida a la agitación del oleaje. Las alternancias dominantes son calcarenitas bioclásticas y caliza wackestone/packstone.

La correlación general de las columnas (Figs. 2 y 3) sugiere un ambiente deposicional de margen de plataforma adyacente a un talud carbonatado deposicional y estable en la mayor parte de su desarrollo, excepto en la parte final, en donde se produjo la inestabilización de los taludes con depósitos de megabrechas calizas.

El tramo 1 se interpreta como representativo de clinoformas de talud, viniendo a ser el tramo 0 la base de las mismas o el talud inferior. Los tramos 2, 4, 6 y 7 indican bioconstrucciones de margen de plataforma y los tramos 3 y 5 sugieren calcarenitas de shoals de margen de plataforma.

Lateralmente el sistema anterior pasaría a zonas de cuenca (Fig. 3), más profundo, donde se sedimentaron fundamentalmente margas. La plataforma de Motho se habría depositado sobre un paleoalto relativo. Al menos en las fases inicial y final de construcción de esta plataforma se sugiere la existencia de clinoformas pendientes y al final de su desarrollo su des-

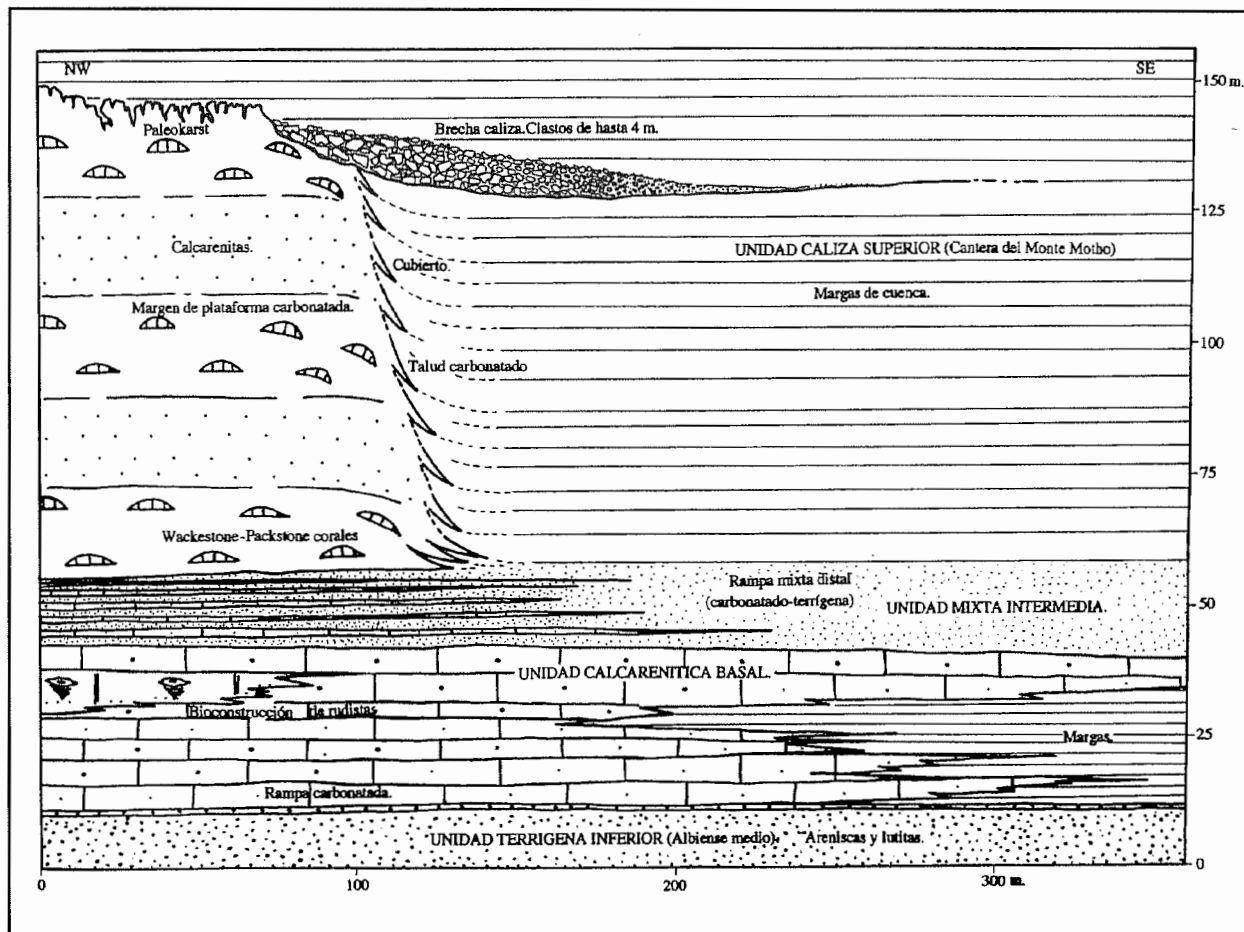


Fig. 5 Sección estratigráfica NW - SE de la terminación oriental de las calizas de Motho, extrapolada a partir de la series estratigráficas A y B.

mantelamiento habría originado las megabrechas descritas, lo que sugiere un dispositivo de margen de plataforma de "by-pass" (cf. Read, 1983).

CONCLUSIONES

Tras el análisis de facies de los carbonatos del monte Motho cabe señalar que su depósito tuvo lugar en un contexto paleoclimático englobable en latitudes subtropicales como en los que en la actualidad ocurren entre los 30° de latitud N y los 30° de latitud S en base al tipo de lito- y biofacies presentes en la sucesión estratigráfica.

La primera unidad representa los primeros depósitos carbonatados someros de rampa carbonatada de rudistas (e.g. Ahr, 1973). Esta fase carbonatada sucedió a una potente serie terrígena deltaica perteneciente a la Formación Balmaseda. Los sistemas terrígenos debieron experimentar una relativa retrogradación para permitir el depósito de carbonatos someros en ciertas áreas de paleoalto. Tras esta fase carbonatada, la unidad segunda representa un nuevo pulso (menos acentua-

do) de avance o progradación de los sistemas terrígenos "tipo Balmaseda" y, paralelamente, una profundización de la plataforma basal que evoluciona a rampa media-distal.

Cuando el aporte de terrígenos cesa, da comienzo la formación de la tercera unidad debido a que las condiciones ambientales se hacen idóneas y, de nuevo, se reestablece la fábrica carbonatada. Debemos destacar que se produce un cambio paleofaunístico importante que deriva en una sustitución de faunas, desde rudistas en la unidad inferior a corales en la superior. Esto se suma al cambio en el dispositivo sedimentario, desde rampa a una plataforma carbonatada con resalte y márgenes de pendientes importantes, capaces, al menos puntualmente, de generar niveles de resedimentación en masa megabrechoides. El margen de esta unidad hacia el E posee una tendencia agradacional, pues no sufrió desplazamientos laterales muy marcados, lo que significa que se depositó durante una fase de ascenso relativo del nivel del mar.

Dentro de este sistema deposicional hemos diferenciado varios subambientes, en función de las asociaciones de facies que presenta, permitiéndonos reconstruir someramente la paleogeografía local (Fig. 4).

A techo de la plataforma con resalte se produjo una caída relativa del nivel del mar que expuso subaéreamente esta unidad superior. Esto se ha deducido en base a la presencia de rasgos paleokársticos en esta unidad carbonatada (James & Choquette, 1985).

Por último, después de este episodio de exposición subaérea, el sistema sufrió una profundización brusca o "drowning" (Kendall & Schlager, 1981) siendo cubierto por margas de cuenca.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado en parte por el proyecto de investigación U.P.V./E.H.U. 121.310 - EA 016/93. Así mismo, agradecer a M. López-Horgue la traducción a euskera del resumen del mismo y a J. L. Benito-Villar y al Museo de Ciencias Naturales de Alava por el material informático utilizado.

BIBLIOGRAFÍA

- AHR, W. M. (1973).- "The carbonate ramp: an alternative to the self model". Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions, 23: 221 - 225.
- GARCÍA-MONDEJAR, J. (1982).- "Aptiense-Albiense".-: "El Cretácico de España", Universidad Complutense de Madrid: 63-76.
- JAMES, N.P. & CHOQUETTE, P. W. (1985).- In: "Paleo-karst", Springer-Verlag, Berlin, 416 pp. Kendall, C. G. St. C. & Schlager, W. (1981).- "Carbonates and relative sea-level changes in sea level". Marine Geology. 44: 181-212.
- PASCAL, A. (1985).- "Les systèmes biosédimentaires urgoniens (Aptien- Albien) sur la marge nord-ibérique". Mémoires Géologiques Univ. Dijon Institut des Sciences de la Terre, 561 pp.
- RAT, P. (1959).- "Les pays crétacés Basco-cantabriques (Espagne)". Tesis Doctoral, Publ, Univ. Dijon, 23: 525 pp.
- REITNER, J. (1986).- "A comparative study of the diagenesis in diapir-influenced reef atolls and a fault block reef platform in the Late Albian of the Vasco-Cantabrian Basin (northern Spain).- In: J. H. Schroeder & B. H. Purser (Eds.): "Reef diagenesis", Springer-Verlag, Berlin, 186-209.
- SCOFFIN, T. P. (1987).- "An introduction to carbonate sediments and rocks". Blackie, London, 274 pp.
- TUCKER, M. E. & WRIGHT, V. P. (1990).- "Carbonate sedimentology". Blackwell, London, 482 pp.
- VAN STRAELEN, V. (1940).- "Crustacés Décapodes nouveaux du crétacique de la Navarre". Musée royal d'Historie naturelle de Belgique, Vol. XVI, 4: 1-5.