

VILLADIEGO
HOJA N° (166)-18/9

INFORME SEDIMENTOLOGICO
(MEMORIA)

I N D I C E

	<u>Página</u>
1 INTRODUCCION	1
2 MESOZOICO	3
2.1 TRIASICO. FACIES KEUPER	6
2.2 LIAS INFERIOR (HETTANGIENSE-SINEMURIENSE)	6
2.3 LIAS SUPERIOR (SINEMURIENSE A PALENIENSE)	12
2.4 BAJOCIENSE	14
2.5 BATHONIENSE-CALLOVIENSE	15
2.6 FACIES PURBECK (MALM-VALANGINIENSE)	18
2.7 FACIES WEALD	26
2.8 FACIES UTRILLAS	28
2.9 TRANSICION ALBIENSE-CENOMANIENSE	29
2.10 TURONIENSE-CONIACIENSE	34
2.11 SANTONIENSE	35
2.12 CAMPANIENSE	36
3 Terciario	40
3.1 OLIGOCENO	40
3.2 MIOCENO	41
3.2.1 INTRODUCCION	41
3.2.2 DESCRIPCION DE FACIES	42
FACIES ALUVIALES	42
FACIES FLUVIALES	46
FACIES CHARCUSTRES	55
FACIES LACUSTRES	57

	<u>Página</u>
FACIES DELTAICAS	59
FACIES LACUSTRES MARGINALES-PALUSTRES	61
FACIES LACUSTRES PROXIMALES	63
FACIES LACUSTRES DISTALES	66
FACIES LACUSTRES SALINAS	67
3.2.3 ANALISIS SECUENCIAL	68
4 CARACTERIZACION DE FACIES	76

1 INTRODUCCION

El presente informe se incluye en la información complementaria de la Hoja y ha sido elaborado en base a los datos recogidos en la documentación bibliográfica previa, el trabajo realizado en campo, y la elaboración posterior de los mismos en gabinete.

El trabajo de campo ha consistido básicamente en el levantamiento de columnas estratigráficas en las que se han tomado los siguientes datos: Espesor y litología de los litosomas, tipos de contactos, estructuras sedimentarias, fauna y flora macroscópicas, estructuras orgánicas y morfología de los cuerpos sedimentarios. Estos datos se han tomado a su vez en afloramientos puntuales significativos que por limitaciones de afloramientos no permiten el levantamiento de columnas completas.

El presente informe consta de una caracterización e interpretación de las facies sedimentarias y posterior análisis secuencial de las distintas unidades en base a criterios de la estratigrafía moderna.

Viene acompañado por 14 series estratigráficas de detalle representadas en doble columna y en las que figuran todos los datos recogidos en el campo. Siete de estas columnas corresponden a materiales mesozoicos y junto con una serie levantada en depósitos oligocenos se presentan a escala 1:500. Las seis columnas restantes caracterizan los depósitos miocenos y han sido representadas a escala 1:100.

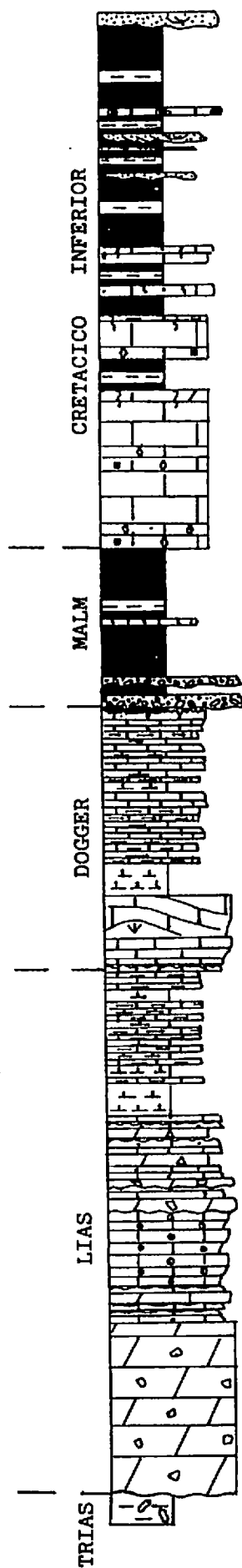
La caracterización de facies incluye una serie de figuras sintéticas que representan las distintas asociaciones de facies y ciclos sedimentarios menores. Para el Mioceno se presentan unos cuadros en los que figura una relación de facies, estructuras sedimentarias e interpretación de las mismas.

El análisis secuencial se complementa con tres columnas sintéticas en las que se diferencian las distintas unidades deposicionales.

2 MESOZOICO

El Mesozoico en la Hoja de Villadiego abarca desde la parte alta de las Facies Keuper hasta el Santoniense-Campaniense.

El Triásico está representado únicamente por facies arcillosas rojas del Keuper. En el Jurásico se desarrollan facies marinas carbonatadas hasta el Bathoniense. Se distingue un conjunto inferior esencialmente dolomítico de edad Hettangiense-Sinemuriense que intercala un complejo de barras oolíticas. El resto del Jurásico marino está constituido por una serie rítmica calcáreo-margosa, con abundante fauna, asimilable a un contexto de plataforma restringida. En la parte intermedia de esta serie rítmica se encuentra un tramo de barras calcáreas bioclásticas con biohermos de esponjas al que se asigna una edad Bajociense.



FACIES WEALD

FACIES PURBECK

BATHONIENSE - OXFORDIENSE

BAJOCIENSE

LIAS SUPERIOR - AALENIENSE

LIAS INFERIOR

FACIES KEUPER

Fig. 1 Columna sintética del Triás, Jurásico y Facies Purbeck en la Hoja de Villadiego.

Las facies Purbeck tienen una edad acotada entre el Kimmerigdiense y el Valanginiense. Se disponen claramente discordantes sobre el Jurásico marino. Están constituidas por materiales terrígenos pertenecientes a sistemas aluviales y tramos calcáreos lacustres.

Las facies Weald se sitúan discordantes sobre el Purbeck. Su edad está comprendida entre el Valanginiense superior y el Aptiense inferior. Están representadas por una alternancia de arcillas rojas y versicolores, y canales areniscosos, que se enmarca en un contexto aluvial a palustre.

Las facies Utrillas, de edad Aptiense-Albiense se sitúan discordantes y se caracterizan por el desarrollo de canales arenoso-conglomeráticos de configuración "braided". En vertical pasan gradualmente a facies mixtas asimilables a un complejo estuarino de probable edad Cenomaniense. El resto del Cretácico superior caracteriza el relieve en mesas típico de región. Resaltan dos barras calcáreas compuestas por calizas bioclásticas con miliólidos. Están separadas por un intervalo con calcarenitas y margas que se enmarcan en un contexto de plataforma interior. A techo de la segunda barra aflora un tramo formado por calcarenitas, dolomías, margas calcáreas y calizas con lacazina que indican una edad Santoniense-Campaniense y un ambiente de plataforma somera con desarrollo local de barras calcáreas.

2.1. TRIASICO. FACIES KEUPER

Se localizan únicamente en dos puntos al Este de Villamartín de Villadiego y en las inmediaciones de Ordejón de Arriba. La mala calidad de los afloramientos y el hecho de estar muy tectonizadas impiden realizar observaciones sedimentológicas de detalle y estimar su potencia.

Litológicamente, el Keuper está constituido por arcillas rojas con cristales de cuarzo bipiramidal dispersos. En Aguilar de Campoó (Hoja de Prádanos de Ojeda) se encuentra una cantera de yesos que pertenece claramente a las facies Keuper y constituye el afloramiento de calidad más cercano. Las observaciones realizadas en este punto permiten asimilar las facies Keuper a un ambiente lagunar hipersalino cercano al litoral costero.

La edad del Keuper se considera Carniense-Noriense.

2.2 LIAS INFERIOR (HETTANGIENSE-SINEMURIENSE)

Se divide en tres unidades que presentan notables diferencias litológicas y paleoambientales. Un tramo inferior dolomítico y brechoide, un tramo intermedio constituido por barras oolíticas y bioclásticas, y uno superior con dolomías laminadas y calizas tableadas alternando con carniolas y dolomías brechoides.

Los mejores afloramientos se encuentran al NE de Formicedo y en la garganta de Castillejos situada en la cabecera del río Odra, al N de Congosto.

Tramo inferior

Se trata de un conjunto masivo, con superficies de estratificación irregulares y a veces discontinuas formado predominantemente por dolomías brechoides alternando esporádicamente con dolomías cristalinas oquerosas con presuntos moldes de evaporitas, y raramente calizas dolomíticas laminadas. La dolomitización afecta a todo el conjunto borrando las texturas originales. Las únicas estructuras sedimentarias observadas han sido laminaciones paralelas discontinuas de origen criptoalgal y superficies erosivas. El origen de la brechificación cabe centrarlo principalmente en procesos de colapso producidos por la disolución de las evaporitas. CASTILLO-HERRADOR (1974) cita la presencia en sondeos realizados en Teruel de una serie compuesta por una alternancia de anhidrita, dolomías, arcillas y margas equivalente a las brechas y carniolas que afloran en superficie. MELENDEZ HEVIA, 1976 afirma que la unidad de carniolas corresponde a alternancias de anhidrita y dolomías observadas en sondeos efectuados en la parte SW de la Cuenca Vasco-Cantábrica. ROBLES et al. (1988) ponen de manifiesto la existencia de secuencias de lutitas con evaporitas y dolomías laminadas en la parte occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica.

Este conjunto dolomítico se enmarca en un contexto de llanura costera salina de tipo "sebkha" supramareal. Cabe señalar un posible ambiente intermareal-supramareal para los carbonatos con laminaciones algales. Las superficies erosivas indican la existencia de depósitos canalizados. La ausencia de estructuras tractivas dentro de los canales es consecuencia de la propia naturaleza de los materiales que transportaban, poco propensos a organizarse produciendo flujos densos muy decelerados, y a la brechificación diagenética posterior.

La potencia observada de este tramo inferior no supera los 50 m. CIRY (1940) cita la existencia en San Pedro de Becerril (al Sur de Aguilar de Campo) de *Isocyprina germani* (Dunker) que marca una edad Hettangiense.

Tramo intermedio

Está constituido por calizas oolíticas y bioclásticas y en menor proporción calizas tableadas, calcarenitas, calizas nodulosas y calizas laminadas. Texturalmente dominan los "packestones" cuyos componentes principales son los oolitos, no obstante son frecuentes los intraclastos, agregados, peloides y bioclastos. Las estructuras sedimentarias que presenta esta litología son estratificación cruzada de bajo ángulo o tangencial en la base, morfologías de barra y con menor frecuencia "ripples" de oleaje. Las calizas tableadas son también abundantes. Presentan texturas tipo "wackestone" y "packestone" y, en menores proporciones, los mismos componentes que la anterior litología. Las estructuras sedimentarias más frecuentes son los "ripples" de oleaje.

Esta litología se encuentra asociada con calizas nodulosas y de contactos ondulados producidos por estratificación cruzada tipo "hummocky & swaley". Otra asociación de facies se produce con las calizas tableadas y las calizas laminadas. Estas últimas presentan texturas "wackestone" con escasos componentes. Se atribuye un origen algal para el laminado.

Este conjunto presenta abundante fauna compuesta por bivalvos, equínidos, crinoides, gasterópodos y foraminíferos.

La dolomitización afecta localmente a distintos intervalos de este tramo.

Las distintas litologías se organizan en ciclos de somerización. Los términos inferiores están formados por calizas nodulosas y con contactos ondulados alternando esporádicamente con intervalos tableados. Las estructuras sedimentarias indican un ambiente de mar abierto "offshore" a submareal en el que las corrientes están producidas principalmente por tormentas y oleaje. Los "packstones" oolíticos representan los términos de mayor energía, bajo menor columna de agua, marcados por la abundancia de componentes aloquímicos, estratificación cruzada y morfología de barra. Este tipo de secuencias es típico de "shoals" pertenecientes a un complejo de bancos marginales.

La asociación de facies representada por alternancia de calizas tableadas y calizas laminadas se sitúa en un ambiente claramente intermareal con estratificación "'wavy" y "flasher" en el que las facies con laminaciones algales representan los términos de menor energía.

La potencia de este tramo oscila entre 25 y 40 m. RAMIREZ DEL POZO (1971) le atribuye una edad Sinemuriense inferior a medio.

Tramo superior

Presenta una notable variedad litológica. Está formado por calizas dolomíticas arenosas tableadas, carniolas, dolomías brechoides y calizas dolomíticas con laminaciones algales.

Las calizas dolomíticas arenosas presentan un taleado de frecuencia decimétrica. Contienen abundantes granos de cuarzo, cristales dispersos de yeso normalmente calcitizados y fantasmas de oolitos. La estratificación tipo "wavy" y "flasher" es la más frecuente y la estructura más abundante son los "ripples" de oleaje a techo de las capas. Asociados a las calizas tableadas pueden encontrarse niveles de pequeños estromatolitos dómicos.

Otra asociación de faices está constituida por brechas dolomíticas que aparecen en paquetes métricos y en ocasiones presentan bases canalizadas, dolomías carniólicas con moldes de evaporitas y granos de cuarzo dispersos, y calizas dolomíticas con un laminado milimétrico a centimétrico de origen algal. La recristalización y dolomitización afecta a todo el tramo borrando las texturas originales. Se deduce sin embargo, una textura "wackestone-packestone" con abundantes componentes aloquímicos para las facies tableadas y "mudstone-wackestone" para las calizas laminadas y estromatolíticas.

Los términos tableados presentan estratificación "wavy" y "flasher" y se enmarcan en un medio intermareal. Los estromatolitos marcan el límite a un ambiente supramareal, y las dolomías brechoides, carniolas y facies laminadas se organizan en secuencias propias de "sebkha" salina, con fuerte evaporación, generación de evaporitas, encajamiento local de canales y desarrollo de tapices algales.

RAMIREZ del POZO (1971) le asigna una edad Sinemuriense medio. La potencia medida en este tramo está comprendida entre 20 y 30 m.

Análisis secuencial del Lias inferior

El Lias inferior puede ser considerado como una macrosecuencia sedimentaria. ROBLES et al. (1988) y PUJALTE et al. (1988) denominan a este conjunto como sistema sedimentario de plataforma somera del Lias inferior. Estos mismos autores resaltan la superficie de truncación erosional en la base del tramo inferior dolomítico que supondría el límite inferior del sistema sedimentario. Esta observación estaría en desacuerdo con el esquema propuesto por BRAGA, J.C. et al. (1988) que sitúan un tramo de calizas tableadas con probable fauna Hettangiense por debajo de las dolomías brechoides y carniolas. Estos últimos autores diferencian tres UTS en Camino (Santander) localidad situada en la zona central de la Cuenca Vasco-Cantábrica: La UTS I-1 corresponderá al tramo basal de calizas tableadas, y sería equivalente a la "serie dolomítica inferior" definida por DAHM (1965). La UTS I-2 está representada por las dolomías brechoides y carniolas y equivale a la "serie dolomítica superior" de DAHM, (o.c.). La UTS II englobaría el tramo de cali-

zas tableadas superiores correspondiendo a la serie "calcodolomítica Superior" DAHM, (o.c.).

A partir de los datos obtenidos para la realización de la Hoja de Villadiego se propone un esquema secuencial que presenta algunas diferencias con los anteriores. Se han distinguido tres secuencias deposicionales que forman en conjunto una macrosecuencia. La primera secuencia deposicional corresponde al tramo inferior de dolomías brechoides y carniolas. No se observa la naturaleza del límite inferior por no aflorar los términos basales.

La segunda consecuencia deposicional corresponde al tramo intermedio de barras oolíticas. Se diferencia de la anterior por presentar un cambio ambiental brusco que pone en contacto los sedimentos de "sebka" supramareal infrayacentes, con un complejo de bancos marginales enmarcado en un contexto de mayor energía y mar abierto.

La tercera secuencia deposicional está marcada por un nuevo cambio ambiental puesto de manifiesto por el depósito de facies supra e intermareales representadas por las dolomías brechoides y calizas tableadas respectivamente, sobre los últimos bancos de calizas oolíticas, y por la existencia de superficies ferruginosas a techo de éstos.

2.3. LIAS SUPERIOR (SINEMURIENSE SUPERIOR A AALENIENSE)

Los mejores afloramientos se encuentran en las cercanías de Formicedo y al Sur de Villamartín de Villadiego.

Está formado por una potente sucesión normalmente rítmica de margas y calizas margosas de potencias comprendidas entre 5 y 50 cm. Texturalmente se trata de "mudstones-wackestones" muy margosos. Los únicos aloquímicos corresponden a restos bioclásticos y excepcionalmente "pellets" fecales. La bioturbación es muy abundante tanto en los términos margosos como en los calcáreos. En la parte alta de esta unidad se observa un tramo tableado en el que las calizas son menos margosas y más bioclásticas, bastante ferruginosas, con texturas "wackestone-packestone" y desarrollo de "ripples" de oleaje a techo de las capas. El conjunto termina con un paquete de calizas bioclásticas con abundantes intraclastos y oolitos ferruginosos, que ha sido asimilado por diversos autores al Aalenense, PUJALTE et al. (1988), ROBLES et al. (1988). Este conjunto es muy yesífero, contiene abundantes ammonoideos, nautiloideos, braquiópodos, pectínidos, belemnites, crinoideos, equínidos, ostreidos y foraminíferos. BRAGA et al (1988) diferencian diez zonas de Ammonites en el corte de Camino (Santander) que abarcan desde el Sinemuriense superior (Lotharingense) hasta el Toarciense inferior. PUJALTE et al (1988) y ROBLES et al. (1988) asignan una edad Lotharingiese-Aalenense para este conjunto.

Estos materiales se sitúan en un ambiente de plataforma restringida de muy baja energía. ROBLES et al. (1988) ponen de manifiesto la existencia de facies euxínicas constituidas por lutitas negras laminadas ricas en bitumen y con mineralizaciones dispersas de sulfuros, en áreas próximas a Reinosa, que interpretan como zonas de surco, y generalizan un ambiente pelágico de plataforma abierta para todo el conjunto.

La escasa potencia de esta unidad, no supera los 50 m, permite situar en esta zona un alto relativo. La escasez de estructuras tractivas indica un medio de muy baja energía, que parecen corresponder a un momento de nivel de mar alto.

Análisis secuencial

El conjunto de Lías superior-Aalenense debe ser considerado, como una macrosecuencia. ROBLES et al. (1988) le asignan la categoría de sistema sedimentario incluyendo en el mismo las barras calcáreas del Bajociense. BRAGA et al (1988) diferencian hasta el Toarciense inferior seis UTS en base a cambios de las comunidades de Ammonites.

Esta macrosecuencia está limitada en la base por una ruptura, evidenciada por un cambio litológico, ambiental y faunístico citado por ROBLES (1988), PUJALTE (1988) y BRAGA (1988) en la Cuenca Vasco-Cantábrica. El límite superior está marcado por la ruptura Aalenense puesta de manifiesto por el desarrollo de calizas ferruginosas y la presencia de oolitos y otros componentes ferruginizados.

2.4 BAJOCIENSE

Al igual que el Lías Superior los mejores afloramientos se localizan en Formicedo y al Sur de Villamartín de Villadiego. Se trata de un tramo de escasa potencia compuesto por dos barras de calizas muy bioclásticas. Texturalmente son "packstones-wackestones" cuyos componentes más abundantes son los bioclastos y en menor proporción ooides e intra-

clastos. La barra superior presenta estratificación cruzada a gran escala y bajo ángulo. ROBLES et al. (1988) y PUJALTE et al. (1988) ponen de relieve la existencia de biohermos de esponjas litíftidas en Rebolledo de la Torre (Hoja de Prádanos de Ojeda) asociados a facies muy bioclásticas y energéticas. Señalan la presencia de un tramo margoso separando las dos barras calcáreas. Este intervalo de margas se reduce hacia el Sur, llegando a amalgamarse las dos barras bioclásticas. El contenido faunístico es variado, coexisten cefalópodos, equinodermos, bivalvos, gasterópodos, corales, foraminíferos y poríferos.

Este conjunto se sitúa en un contexto de plataforma energética relativamente distal, por debajo de la influencia de las mareas y con retrabajamiento del fondo mediante procesos originados por tormentas. La escasa potencia de esta unidad indica una zona de umbral relativo que ya estaba evidenciada para la serie rítmica del Lías inferior.

Análisis secuencial

El Bajociense constituye una unidad deposicional limitada en la base por la ruptura Aalenense y por una superficie de discontinuidad a techo que lo separa de los primeros materiales del Bathoniense.

2.5 BATHONIENSE-CALLOVIENSE

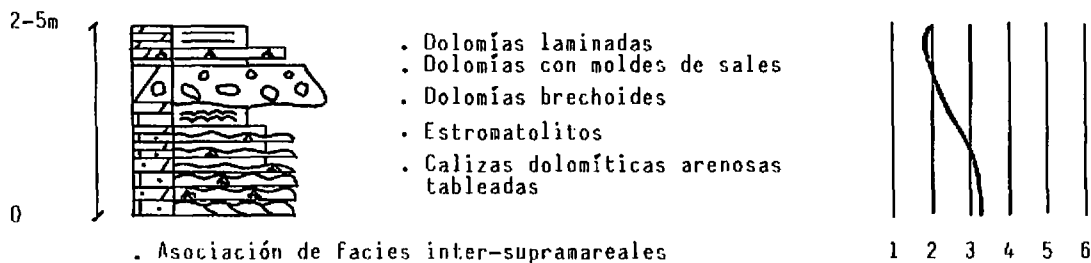
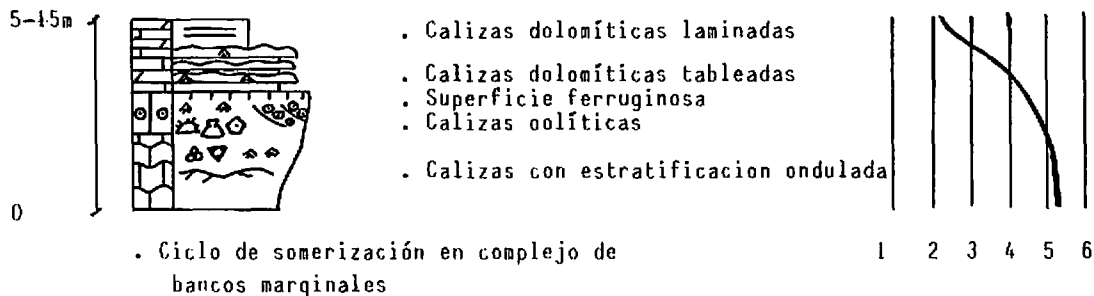
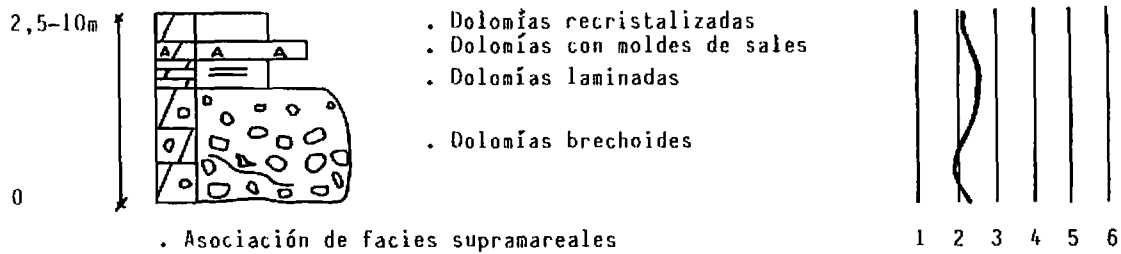
Presenta un notable parecido con la serie rítmica del Lías Superior. Está constituido por tramos margosos, alternancias entre margas y calizas margosas, e intervalos de calizas tableadas. Al Sur de Villa-

martín de Villadiego se distingue un tramo inferior margoso muy bioturbado seguido por una serie de alternancias margoso-calcáreas culminada por un paquete de calizas tableadas. En Formicedo se superpone un ciclo superior de características similares al infrayacente constituido por la secuencia margas-alternancias -calizas tableadas. Las capas de calizas incluidas en los tramos de alternancias tienen potencias comprendidas entre 10 y 50 cm. Presentan texturas "wackestone-mudstone" con abundantes bioclastos y en menor proporción intraclastos y peloides. El tableado tiene una frecuencia decimétrica a métrica y la bioturbación es relativamente escasa. La fauna es abundante aunque no tanto como en la serie rítmica del Lías superior. Los cefalópodos son los fósiles más frecuentes y están representados por Belemnites, ammonoideos y nautiloideos.

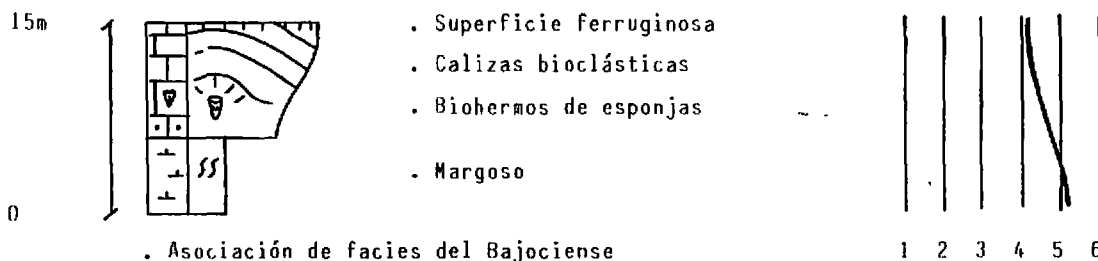
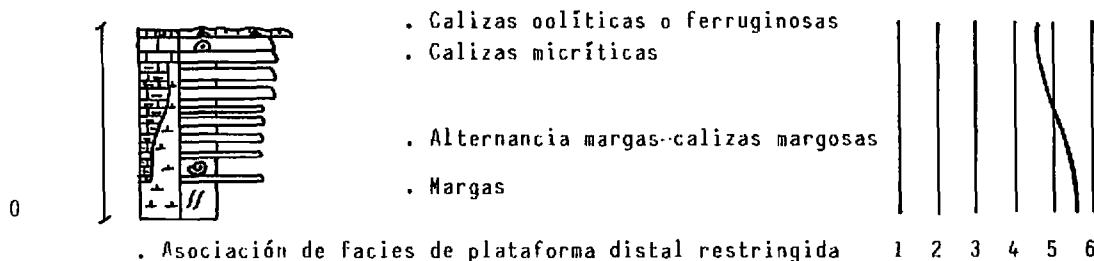
La potencia de este conjunto oscila entre 65 m en Villamartín y 85 en Formicedo. Esta diferencia de potencia se debe más al carácter discordante de la base del Purbeck que a diferencias de subsidencia en la cuenca durante el Bathoniense-Calloviense.

Esta unidad ha sido situada por ROBLES et al. (1988) y PUJALTE et al (1988) en un ambiente pelágico. En base a observaciones efectuadas en las inmediaciones de Aguilar de Campoó se deduce un ambiente bastante más litoral, al menos para el tramo margoso basal, dada la existencia de canales arenosos posiblemente mareales intercalados en las margas. El resto de la unidad se enmarca en un contexto de plataforma restringida algo más energética que la del Lías Superior.

LIAS INFERIOR (Hettangiense-Sinemutiense)



. LIAS SUPERIOR-DOGGER



- 1 Continental.
- 2 Supramareal
- 3 Intermareal
- 4 Submareal
- 5 "Offshore"
- 6 Pelágico

Fig. 2.- Secuencias tipo del Jurásico marino.

Análisis secuencial

ROBLES et al (1988) y PUJALTE et al (1988) denominan a este conjunto sistema sedimentario de plataforma pelágica del Bathoniense-Calloviense". En el presente informe se adopta la denominación de macrosecuencia sedimentaria. Está delimitada en la base por la superficie de discontinuidad del techo del Bajociense remarcada por la existencia de materiales muy litorales en la base del Bathoniense. El límite superior está reflejado por una clara discordancia cartográfica acompañada de una emersión prolongada puesta de relieve por la rubrefacción de las calizas y desarrollo de suelos lateríticos.

2.6 FACIES PURBECK (MALM-VALANGINIENSE)

Se disponen claramente discordantes sobre distintas unidades del Jurásico marino.

Se diferencian tres miembros en función de las características litológicas y sedimentológicas que presentan: un miembro basal compuesto predominantemente por arcillas y canales conglomerático-areniscosos, un miembro intermedio constituido por un paquete calcáreo, y uno superior litológicamente complejo en el que aparecen calizas y areniscas alternando con arcillas rojas y versicolores.

Los mejores puntos de observación se encuentran en las cercanías de Ordejón de Abajo e inmediatamente al Sur de la mesa de Amaya.

La edad de las facies Purbeck en la Zona Vasco-Cantábrica ha sido motivo de controversia desde hace algunas décadas. Este fenómeno se debe al carácter restringido de los ostrácodos y algas que son los únicos restos fósiles datables que incluye el Purbeck. PUJALTE (1988) analiza los datos de los diversos autores y propone una edad de probable Kimmerigdiense para los términos inferiores de las facies Purbeck en Aguilar de Campoó, asignando la mayor parte del conjunto al Berrian-siense y extendiendo el techo del mismo al Valanginiense inferior.

El Purbeck alcanza una potencia de 200 m en Ordejón de Abajo, si bien experimenta notables cambios de potencia lateralmente.

Miembro inferior

Tiene una potencia extremadamente variable oscilando entre 5 y 50 m. Está compuesto por niveles conglomeráticos-areniscosos y calizas intercalándose en lutitas rojas y versicolores.

Los niveles conglomerático-areniscosos presentan morfologías canalizadas con abundantes cicatrices internas. Incluyen estratificación cruzada planar y en surco y excepcionalmente "climbing ripples". Co-existen dos tipos de cantos en los conglomerados, cantos calcáreos procedentes del Jurásico marino, bien rodados, con alto grado de esfericidad y diámetros comprendidos en 1 y 15 cm y cantos cuarcíticos. Estos son mucho más angulosos y los diámetros máximos no sobrepasan los 2 cm. En general, los conglomerados están medianamente seleccionados, con un porcentaje bajo de matriz, siendo ésta de naturaleza cuarcítica

y grano grueso, y presentan una buena cementación. Son muy frecuentes los cantos de calizas rubefactadas, fenómeno que confiere una tonalidad rojiza viva a estos cantos. Las areniscas son de grano grueso a muy grueso, bien clasificadas, con alto grado de cementación y se organizan en "sets" y cosets" de estratificación cruzada. Estos canales arenisco-conglomeráticos tiene potencias comprendidas entre 0,5 y 2 m aunque pueden presentar mayores espesores debido a amalgamaciones.

Las capas calcáreas son muy poco potentes, oscilan entre 25 y 50 cm. Texturalmente se trata de "mudstones" y "wackestones" con granos de cuarzo y "pellets". Muestran rasgos de exposición subaérea representados por huellas de raíces y superficies de oxidación y rubefacción.

Los materiales lutíticos se dividen en dos grupos: Lutitas rojas, asociadas a los términos conglomerático-areniscosos, y lutitas versicolores. Estas últimas se organizan en ciclos de potencia métrica a decamétrica cuyos términos inferiores están representados por lutitas grises y verdes algo margosas y los superiores por lutitas rojas ricas en óxidos. Los ciclos culminan en suelos lateríticos y marmorizados.

La asociación de facies formada por canales arenisco-conglomeráticos y lutitas rojas pertenece a sistemas aluviales. Los fangos rojos se interpretan como llanura de inundación cuyos depósitos estarían generados por desbordamientos de los canales e inundaciones mayores a escala de todo el sistema. Las facies groseras están canalizadas, y las estructuras indican un transporte por agua y una configuración recta y de baja sinuosidad para los canales.

Las facies calcáreas corresponden a pequeños encharcamientos de carácter efímero desarrolladas en la misma llanura de inundación.

Las facies de lutitas versicolores corresponden a ciclos de oxidación-reducción generados en ambientes palustres y perilacustres. Los términos reductores están representados por las lutitas grises y verdes. En vertical experimentan un enriquecimiento en óxidos provocado por retracciones lacustres o disminución progresiva de la columna de agua en régimen palustre. Los ciclos terminan con una superficie de edaficación. El desarrollo de suelos lateríticos implica un clima tropical-subtropical.

Miembro intermedio

Esencialmente calcáreo tiene una potencia bastante uniforme de unos 40 m. Texturalmente dominan los "wackestone" con algas e intraclastos aunque son frecuentes los "packestones" y "rudstones" intraclásticos. Se disponen en bancos cuyo espesor oscila entre 30 cm y 3 m, con superficies de estratificación frecuentemente onduladas y en casos excepcionales de carácter erosivo. COMAS et al (1981) citan la existencia de estructuras diagenéticas tempranas (porosidad fenestral, "estromatactic", cavidades, vacuolas, etc.). Los restos fósiles indican un medio dulceacuícola, se encuentran ostrácodos de concha fina, caráceas y oogonios de carófitas.

Este miembro calcáreo se enmarca en un medio lacustre somero. Las estructuras diagenéticas indican una baja batimetría y se deben a leves removilizaciones del fondo en momentos de retracción próximos a desecaciones locales. Las facies de "wackestones" se sitúan en zonas lacustres centrales y las de "packestone" a "rudstone" intraclástico con abundantes algas en áreas marginales con mayor energía y más sensibles a las oscilaciones de nivel del lago.

Miembro superior

Presenta una gran variedad litológica. Está compuesto por una alternancia compleja de lutitas rojas y versicolores, canales areniscos y calizas.

La potencia máxima de este miembro es de 120 m. En algunos lugares llega incluso a desaparecer dado el carácter discordante de las facies Weald y Utrillas.

Las facies pelíticas presentan caracteres parecidos al miembro inferior, se aprecia sin embargo un mayor desarrollo de lutitas versicolores configurando ciclos de oxidación-reducción generándose suelos lateríticos y marmorizados a techo. Las facies areniscosas están representados por canales de potencia métrica encajados en lutitas rojizas de llanura de inundación.

Las facies calcáreas están formadas por calizas muy intraclásticas, calizas arenosas y calizas oncolíticas. Las calizas intraclásticas se presentan en bancos decimétricos a métricos, con contactos ondulados, a veces erosivos, y contienen abundantes restos de algas carófitas y caráceas siendo frecuentes los gasterópodos y los ostrácodos. Textualmente son "wackestones-packestones" alternando con "grainstones-rudstones" intraclásticos con peloides y bioclastos. Las calizas arenosas son también muy intraclásticas y contienen abundantes peloides. Presentan oxidaciones, rubefacciones, costras ferruginosas y perforaciones de raíces a techo de las capas, cuando éstas se encuentran en contacto con lutitas. Las calizas oncolíticas se presentan en paquetes métricos con base neta y estratificación cruzada de bajo ángulo. Se trata de un depósito tractivo con soporte clástico y matriz esparítico-arenosa. Los oncoides tienen morfologías esférica, laminación concéntrica bien desarrollada con estructuras coloidales y microestromatolíticas y crecimiento a partir de un núcleo formado por un bioclasto, peloide, intraclasto, fragmento de oncoide o grano de cuarzo.

La variedad litológica de este miembro implica una notable diversidad de subambientes. Las lutitas versicolores configuran ciclos de oxidación-reducción y se sitúan en medios palustres.

Los canales arenosos se encuentran asociados a arcillas rojas y se enmarcan en un contexto fluvial.

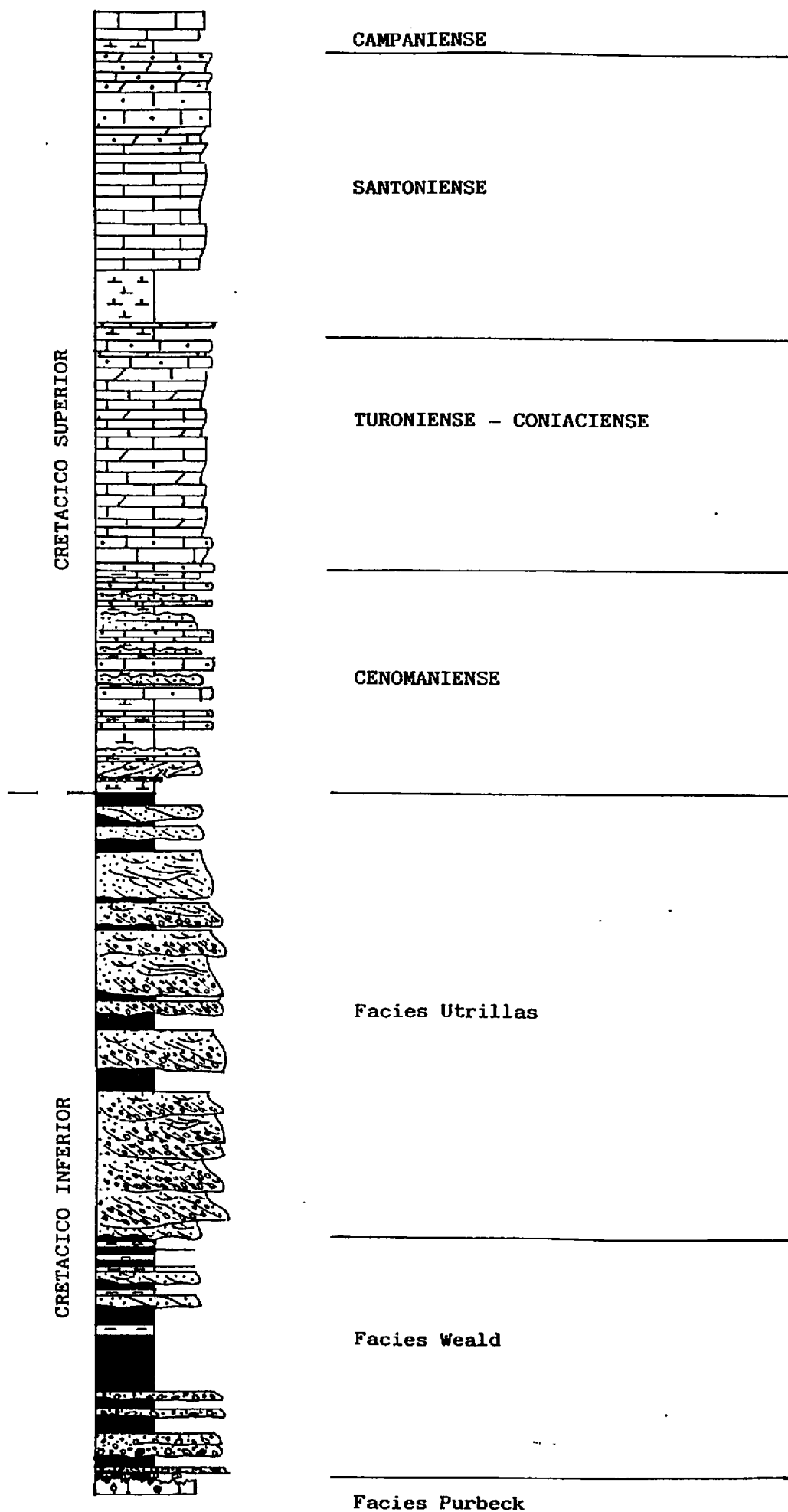


Fig. 3 Columna sintética del Cretácico en la Hoja de Villadiego.

Las facies calcáreas pertenecen a ambientes lacustres marginales y perilacustres. El contenido en terrígenos, indica un aporte de material el litoral lacustre por parte de los sistemas aluviales, la existencia de calizas oncolíticas, con estructuras tractivas y el elevado desarrollo de facies interclásticas, supone un medio energético con aguas agitadas, la abundancia de algas y gasterópodos implica aguas medianamente oxigenadas, y las oxidaciones, rubrefacciones y perforaciones por raíces a techo de las capas se relacionan con zonas muy marginales, altamente sensibles a las retracciones lacustres y con momentos de exposición subaérea.

Análisis secuencial

Las facies Purbeck constituyen una macrosecuencia deposicional dividida en dos unidades menores. La primera agrupa al miembro basal y el intermedio y la segunda corresponde al miembro superior. La base de la macrosecuencia del Purbeck está marcada por una discordancia cartográfica y por el desarrollo de suelos lateríticos sobre el Jurásico marino que implica un prolongado período de exposición subaérea. El miembro basal homogeniza el relieve mediante la deposición de materiales aportados por sistemas aluviales dejando paso a la sedimentación del miembro intermedio en un lago relativamente estable y de dimensiones considerables. El miembro superior evidencia el desequilibrio de este área lacustre dando lugar a frecuentes retracciones e incorporaciones de sistemas aluviales procedentes de la meseta.

2.7 FACIES WEALD

Las facies Weald afloran en las zonas deprimidas que se encuentran al pié de las mesas de Cretácico superior siendo aprovechadas ampliamente para cultivos. Esta circunstancia dificulta su estudio dada la mala calidad de los afloramientos. El parecido litológico que presentan con los materiales infrayacentes (miembro superior del Purbeck) y suprayacentes (facies Utrillas) impiden generalmente precisar sus límites en el campo y estimar con exactitud su potencia. En las cercanías de Amaya (en la esquina NW de la Hoja), las facies Weald se disponen discordantes directamente sobre un potente nivel calcáreo del Purbeck y el encajamiento del Río Riomane permite realizar notables observaciones de carácter sedimentológico y fijar con suficiente fiabilidad el límite con las facies Utrillas. En este punto las facies Weald tienen una potencia reducida que no rebasa los 75 m. El contacto con los materiales calcáreos del Purbeck está marcado por la karstificación, oxidación y rubrefacción de los carbonatos infrayacentes. Se distingue un tramo basal de unos 25 m compuesto por una alternancia entre niveles de conglomerados y arcillas rojas. Los conglomerados, tienen un soporte clástico con matriz cuarcítica grosera y están mal seleccionados. Los cantos son predominantemente calcáreos ocasionalmente rubefactados y proceden en su mayor parte de las Calizas del Purbeck. Están medianamente rodados y los diámetros oscilan entre 3 y 30 cm. Los niveles conglomeráticos presentan base erosiva y techo plano y se organizan en ciclos positivos de potencia métrica, donde los términos superiores pueden llegar a ser de arena gruesa o microconglomerado cuarcítico. Suelen presentar cicatrices internas y estratificación cruzada planar en los

términos areniscosos. Las arcillas asociadas a los depósitos conglomeráticos son de un color rojo vivo y localmente incluyen suelos marmorizados. El resto del Weald está compuesto por una alternancia entre arcillas rojas a versicolores y canales areniscosos. Las arcillas versicolores son micáceas y se organizan en ciclos de oxidación-reducción similares a los del Purbeck. Los términos reductores poseen una tonalidad verdosa y acostumbran a contener láminas y fragmentos carbonosos. Intercalados en las arcillas versicolores se encuentran niveles decimétricos de arena fina y geometría tabular. Los canales arenosos tienen potencias comprendida entre 3 y 4 m, y están formados por "sets" tabulares de estratificación cruzada planar y "cosets" de "festoons". En algunos casos se observan superficies de acreción lateral muy tendidas y criterios de flujo helicoidal. Presentan un grano medio a grueso, matriz caolinífera, baja a media cementación y fragmentos de carbón procedentes de la erosión de las arcillas versicolores.

En conjunto, las facies Weald se interpretan como un sistema aluvial cuyos términos basales reflejan un medio de fuerte energía con desarrollo de canales "braided". En vertical evoluciona a medio fluviales y palustres. Los depósitos palustres se organizan en ciclos de oxidación-reducción y las capas tabulares de arena representan la incorporación al área palustre de depósitos de desbordamiento procedentes de los canales fluviales. Estos últimos presentan secuencias de relleno propios de cauces de baja a media sinuosidad.

Análisis secuencial

La mala observación de las facies Weald no permite desarrollar un análisis secuencial detallado. La edad de esta unidad en Villadiego, sólo puede acotarse en base a las dataciones realizadas en otras áreas en función de las edades de las unidades situadas a muro y techo, estando comprendida entre el Valanginiense Superior y el Aptiense inferior. La serie realizada en los alrededores de Amaya, corresponde probablemente a una sola secuencia deposicional. Está limitada en la base por una superficie de edafización y karstificación desarrollada sobre calizas lacustres del Purbeck. La secuencia experimenta en vertical un decrecimiento progresivo de la energía del medio pasando de un contexto fluvial "braided" a un ambiente fluvial meandriforme-palustre. La secuencia está truncada a techo por la discordancia erosiva de base de las facies Utrillas.

2.8 FACIES UTRILLAS

Los mejores afloramientos se encuentran en las laderas bajas de las mesas de Cretácico superior. Su potencia oscila entre 150 y 200 m. Litológicamente se componen de conglomerados cuarcíticos, arenas y en baja proporción limos rojos y versicolores. Los cantos de los conglomerados son predominantemente de cuarzo, están bien rodados y presentan un alto grado de esfericidad. Sus diámetros oscilan entre 1 y 10 cm siendo la selección medianamente buena. Un rasgo característico tanto en los conglomerados como en las arenas es el carácter caolinífero de la matriz que les confiere una tonalidad blanquecina a amarillenta y el

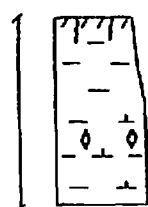
bajo grado de cementación. Los conglomerados y arenas se organizan en secuencias positivas de relleno de canal, configuradas por "sets" tabulares de estratificación cruzada, y, en caso de preservarse, cosets de estratificación cruzada de surco a techo. Son frecuentes los cambios de orientación de las láminas de avalancha en los "sets" tabulares, así como las cicatrices erosivas limitando los distintos "sets" y "cosets". Las facies limosas son poco abundantes debido a la amalgamación de los canales. Son muy micáceas y presentan un elevado contenido en caolinita.

Los únicos restos fósiles observables son restos de grandes troncos limonitizados.

La edad de esta formación es Aptiense Superior-Albiense. El conjunto se enmarca en un medio claramente fluvial. La presencia de sets tabulares amalgamados, la incisión de canales sobre las barras y la existencia de canales imbricados son criterios definitivos para asignar una configuración "braided" a los palocauces. Las facies limosas pertenecen a una llanura de inundación debilmente vegetada y donde podrían desarrollarse pequeños encharcamientos de duración efímera. Las paleocorrientes se dirigen claramente hacia el NW.

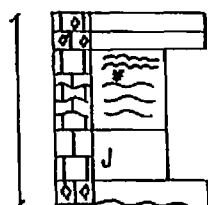
2.9 TRANSICION ALBIENSE-CENOMANIENSE

En esta unidad se engloban gran variedad de facies mixtas que se encuentran entre los últimos canales claramente fluviales de las facies Utrillas y la base de la primera barra calcárea del Cretácico superior.



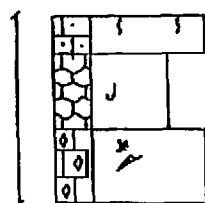
- . Suelo laterítico
- . Arcillas rojas
- . Restos carbonosos
- . Arcillas margosas versicolores

. Ciclos de oxidación-reducción palustre-lacustres.



- . Calizas intraclásticas
- . Estromatolitos
- . Calizas nodulosas
- . Calizas micríticas
- . Calizas intraclásticas

. Asociación de facies lacustres



- . Oxidaciones, pedogénesis
- . Calizas arenosas
- . Calizas nodulosas
- . Calizas intraclásticas

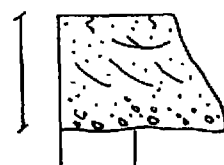
. Ciclo de retracción en lacustre marginal.

TIPOS DE RELLENOS DE CANAL



. Meandriforme

- . "Climbing ripples"
- . Estratificaciones cruzadas
- . Superficies de acreción lateral
- . Fragmentos carbonosos



. Recto

- . "Sets" de estratificación cruzada



. "Braided"

- . Estratificación cruzada
- . Cambios de orientación en las láminas
- . Cicatrices internas
- . Set. tabular de gravas

Fig. 4. Secuencias tipo en el Jurásico continental y Cretácico inferior.

Está constituida por margas limosas carbonosas, areniscas, calcarenitas y calizas nodulosas, arenosas y bioclásticas. Se ha realizado una serie en las inmediaciones de la localidad de Amaya.

Las facies margosas se organizan en paquetes de 1 a 5 m de potencia. Presentan un laminado tractivo interno constituido por bandas milimétricas a centimétricas con distintos contenidos en limos y carbón. Esta organización interna puede borrarse por bioturbación. en algunos casos las facies margo-limosas incluyen niveles centimétricos de acumulación de ostreidos. Las facies arenosas se encuentran frecuentemente asociadas a las margo-limosas presentando estratificación "linsen" y "wavy". Se organizan, por otra parte, en paquetes de potencias comprendidas entre 1 y 3 m asimilables a secuencias de relleno de canal. Presentan las siguientes estructuras: Base neta y/o erosiva con fluidificaciones, fragmentos de carbón y de ostreidos, estratificación cruzada, planar, bimodal, y en surco, superficies de acreción lateral, y "climbing ripples" y de oleaje. Se trata de arenas caoliníferas de tonalidad gris claro medianamente alteradas y continen algunos restos de troncos limonitizados.

Las facies calcáreas presentan dos aspectos distintos en el campo: Bancos de 1 a 2,5 m de calizas arenosas nodulosas muy bioturbadas. Bancos de 0,5 a 1,5 m de calizas arenosas y calcarenitas con base plana y techo ondulado. Tiene base neta, fragmentos de carbón, estratificación cruzada tangencial en la base, estratificación "hummocky&swalley" y "ripples" de oleaje.

Ambos casos presentan texturas "packestone-grainstone" con cemento esparfítico. Los aloquímicos son muy abundantes, dominan los bioclastos y son muy frecuentes los granos de cuarzo y glauconita, observándose también intraclastos, peloides y fragmentos carbonosos.

Otra litología está formada por una alternancia centimétrica entre margas y calizas margosas. Estas últimas presentan "ripples" de oleaje y estratificación "hummocky" de pequeña longitud de onda. Texturalmente son "wackestones" con láminas de acumulación de ostrácodos por corrientes.

Los restos fósiles son muy abundantes en las facies margosas y calcáreas. Se encuentran equínidos, ostreidos y otros bivalvos, gasterópodos, corales briozoos, ostrácodos de concha gruesa y algas.

La potencia de esta unidad oscila entre 75 y 100 m.

La asociación de facies margo-limosas y areniscosas se enmarca en un contexto intermareal-submareal. Los canales arenosos muestran indicios de flujos helicoidales y superficies tendidas de acreción lateral, indicando una configuración meandriforme. En la parte baja de la unidad se conservan estructuras producidas por corrientes fluviales mostrando retrabajamientos claros generados por flujos mareales bidireccionales. En los términos areniscosos más superiores todas las estructuras están producidas por mareas. Las facies margo-limosas presentan laminaciones tractivas, estratificación linsen y en menor proporción flasher y wavy. Se interpretan como depósitos intermareales en zonas no canalizadas.

Los restos carbonosos están sedimentados y se acumulan junto con los términos más pelíticos en momentos de mayor decantación. Proceden de un litoral vegetado en el límite inter-supramareal.

Las facies de calizas arenosas y calcarenitas se sitúan en un ambiente submareal a "offshore" en el que dominan los procesos generados por tormentas y oleaje.

Las alternancias de margas-calizas margosas parecen situarse por debajo de la influencia de las mareas pero en zonas de baja energía.

En conjunto, esta unidad constituye un sistema de estuario que experimenta en vertical un cambio progresivo de medios fluviomareales a ambientes de mar abierto. Las paleocorrientes dan lecturas dirigidas hacia el NW coincidiendo con las correspondientes a los canales fluviales de las facies Utrillas. Las paleocorrientes en sentido contrario indican la existencia de flujos mareales, y la divergencia de direcciones en los canales fluviomareales se debe a la configuración altamente sinuosa de los mismos. Las paleocorrientes coinciden con la dirección del sistema de fractura de Ventaniella. Este accidente ha ejercido un control directo sobre la configuración de la cuenca y de los sistemas sedimentarios a partir de las facies Utrillas y durante el Cretácico superior.

2.10 TURONIENSE-CONIACIENSE

Constituye la primera gran barra calcárea del Cretácico superior y forma el primer resalte morfológico de la mayoría de las mesas. Está compuesto por calizas, en ocasiones dolomíticas, configurando ciclos negativos de potencia comprendida entre 1 y 6 m compuestos por calizas nodulosas y con contactos ondulados en la base que pasan en vertical a bancos masivos de calizas de miliólidos con estratificación cruzada de media y gran escala. Texturalmente, las calizas nodulosas, corresponden a "wackestones" bioclásticos con abundantes intraclastos y "pellets". Los términos superiores de los ciclos están formados por "grainstones-packestones" con cemento esparítico siendo los miliólidos los componentes principales. La estratificación nodulosa está producida por un elevado grado de bioturbación, la estratificación ondulada se asocia a estructuras producidas por tormentas y en los términos superiores pueden preservarse morfologías de barras amalgamadas. A techo de los ciclos se desarrollan superficies ferruginosas. En la parte alta de esta unidad se encuentran calizas arenosas muy bioclásticas y bastante ferruginosas. Presentan texturas "packestone-grainstone" con cemento esparítico. Contienen interclastos y peloides, granos de cuarzo dispersos y los restos fósiles pertenecen a equínidos, briozoos, ostreidos, corales, miliólidos y gasterópodos.

Los ciclos negativos se interpretan como ciclos de somerización característicos de "shoals". El límite con la unidad estuarina inferior no puede precisarse con exactitud dado el carácter transicional del contacto. El límite superior viene marcado por la presencia de calizas

arenosas más litorales, pertenecientes a medios muy energéticos. Este cambio ambiental y el carácter ferruginoso de las mismas indica la existencia de una ruptura sedimentaria que separa esta unidad de las margas suprayacentes.

2.11 SANTONIENSE

Está compuesto por tres tramos que presentan entre sí notables diferencias litológicas y sedimentológicas. Se diferencia un tramo inferior margoso, un potente tramo intermedio calcáreo que forma el segundo resalte de las mesas, y un tramo superior complejo con dolomías rojizas, calizas arenosas y calizas dolomíticas.

El tramo inferior tiene una potencia que oscila entre 25 y 40 m. Está formado predominantemente por margas grises, beige cuando se alternan, con alto grado de bioturbación. Incluyen algunos niveles decimétricos de calizas arenosas y calcarenitas similares a las del techo de la unidad inferior. Este tramo es muy fosilífero, contiene abundantes equínidos, ostreidos, briozoos, corales, braquiópodos, gasterópodos y foraminíferos.

Este tramo se enmarca en un contexto de plataforma interior muy somera y protegida.

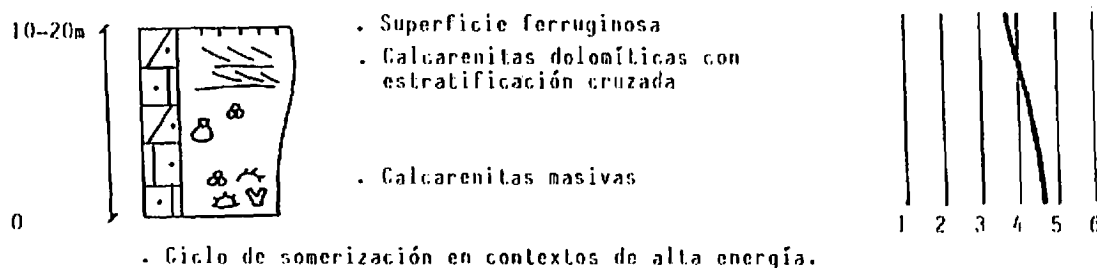
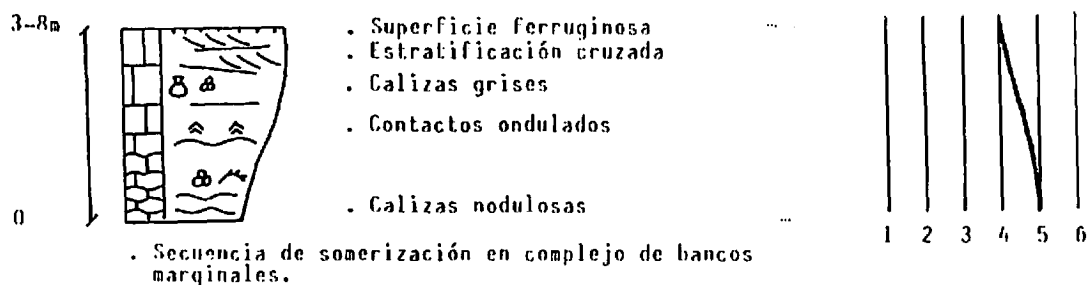
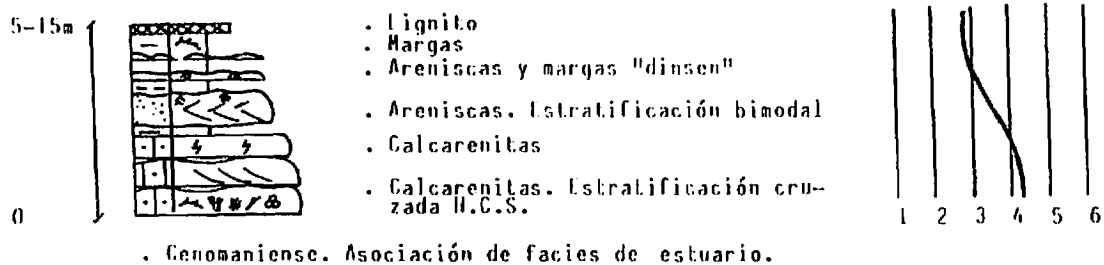
El tramo intermedio presenta un notable parecido con la barra Turoniense, está representado por ciclos de somerización de potencias comprendidas entre 1,5 y 7 m. Los términos inferiores están constituidos

dos por calizas nodulosas y de contactos ondulados y los superiores por bancos masivos de calizas bioclásticas. Los términos nodulosos presentan texturas "wackestone" con abundantes intraclastos y miliolídos, los terminos superiores son "packestones-grainstones" bastante recristalizados con fragmentos de bivalvos y muy abundantes miliolídos. Ambientalmente se enmarcan en un complejo de bancos marginales formado por "shoals". La potencia de este tramo alcanza los 80 m.

El tramo superior está constituido por dolomías arenosas rojizas en bancos masivos de espesor métrico, con restos de foraminíferos y bivalvos, calizas arenosas y calcarenitas de texturas "packestone-grainstone" muy recristalizadas con abundantes peloides, intraclastos, bioclastos y granos de cuarzo. Pueden presentar estratificación cruzada de mediana escala a techo. Son frecuentes las superficies ferruginosas. Entre los foraminíferos se encuentran "Lacazinas" y se observan algunas construcciones aisladas de Rudistas. Este tramo se sitúa en un ambiente de plataforma interna con desarrollo de barras y excepcionalmente pequeñas construcciones de Rudistas. Pertenece a medios litorales y condiciones de energía media a alta.

2.12 CAMPANIENSE

Aflora únicamente en el núcleo del Sinclinal de la Mesa del Portillo y al Sur de Fuente Urbel encontrándose en este último punto muy recubierto por depósitos terciarios. La potencia observable es muy pequeña, oscilando entre 15 y 30 m. Está compuesto por margas calcáreas de tonalidades claras y aspecto masivo y por calizas grises. Las cali-



- 1 Continental
- 2 Supramareal
- 3 Intermareal
- 4 Submareal
- 5 "Offshore"
- 6 Pelágico

Fig. 5.- Secuencias tipo del Cretácico Superior.

zas presentan texturas "wackestone" y "packestone". Son muy micríticas e incluyen abundantes "pellets", intraclastos y bioclastos. Son frecuentes las "Lacazinas" y los restos de equinodermos.

Se interpretan como sedimentos de plataforma somera de baja energía.

Análisis secuencial de las Facies Utrillas y Cretácico superior .

El sistema fluvio-aluvial de la facies Utrillas constituye una unidad deposicional con entidad propia. Las facies estuarinas Albiense-Cenomaniense suponen un cambio ambiental respecto las facies Utrillas y pese a sus límites transicionales con las unidades que las limitan se pueden considerar como un sistema sedimentario individual. La primera barra del Cretácico superior constituye otra unidad deposicional y termina con una ruptura sedimentaria puesta de manifiesto por las calizas arenosas que la culminan. El Santoniense supone otro sistema deposicional unitario de características muy similares al anterior.

Los depósitos del Campaniense reflejan un cambio ambiental brusco respecto la unidad anterior. Se individualiza como la última secuencia deposicional del Cretácico superior que aflora en esta Hoja.

Las edades asignadas para las distintas unidades del Cretácico superior han sido extrapoladas de las dataciones realizadas por RAMIREZ DEL POZO en las hojas de Belorado y Sedano. El mismo autor sin embargo propone edades distintas para unidades litológicamente equivalentes en

la hoja de La Rozas, considerando la primera barra calcárea de edad Cenomaniense, y la segunda, Turoniense, a la vez que situa el tránsito entre ambos pisos en el tramo margoso que las separa. El techo de la segunda barra correspondería al Coniaciense y el tramo de margas calcáreas y calizas grises al Santoniense inferior.

Esta circunstancia puede explicarse por el carácter diacrónico de las distintas unidades que representan facies asociadas a transgresiones marinas. Estas transgresiones se realizaron en sentido Norte a Sur siendo por tanto cronológicamente más modernos los equivalentes meridionales de las unidades litológicas situadas más al Norte.

En la Hoja de Villadiego los únicos datos seguros son la atribución al Cenomaniense de los términos altos del complejo estuarino y la edad Santoniense a Campaniense del Techo de la Segunda barra y depósitos suprayacentes, dada la presencia de "Lacazinas".

3 TERCIARIO

3.1 OLIGOCENO

El Oligoceno está representado por brechas y conglomerados calcáreos. Se encuentra en afloramientos puntuales adosado a los relieves mesozoicos marginales de la cordillera cantábrica. Los cantos son todos calcáreos y proceden de los carbonatos mesozoicos. Muestran diversos grados de rodamiento y sus diámetros están comprendidos entre 10 cm y 1 m. Se organizan en paquetes tabulares de potencia métrica con abundantes cicatrices erosivas internas, y en ocasiones presentan contactos canalizados. Se observan excepcionalmente imbricaciones de cantos como única estructura tractiva.

Corresponden a depósitos de apice y orla proximal de abanicos aluviales. Se encuentran fosilizados por sedimentos lacustres miocenos (Facies Dueñas).

3.2 MIOCENO

3.2.1 Introducción

El Mioceno que aflora en el extremo Nororiental de la Cuenca del Duero presenta un relevo en la sedimentación intermitente, caracterizado por el predominio alternante entre facies fluvio-aluviales y depósitos lacustres. Este relevo se manifiesta en el registro sedimentario por la superposición e interrelación lateral de facies que constituyen el reflejo de las diversas expansiones y retracciones lacustres, y progradaciones generalizadas de los sistemas fluvio-aluviales. Los abanicos aluviales se localizan adosados a los relieves mesozoicos. Los sistemas fluviales se organizan en abanicos húmedos. En momentos de progradación cubren grandes extensiones de la cuenca y coinciden con las máximas expansiones de los abanicos aluviales. En áreas de drenaje deficiente se pueden desarrollar pequeños encharcamientos de carácter charcumbre-palustre circunscritos a llanuras de inundación. Las facies lacustres se acumulan en las zonas de mayor subsidencia.

Los sedimentos lacustres reflejan contextos acuáticos de distinta salinidad. Las áreas próximas a los dominios mesozoicos se enmarcan en un medio claramente dulceacuícola nutrido por aguas carbonatadas procedentes de los relieves marginales. Las zonas más alejadas se encuentran bastante más estancadas y manifiestan procesos de evaporación y saturación de sales en el agua. Las zonas marginales de los lagos presentan una gran variedad de subambientes y son altamente sensibles a las diversas retracciones y expansiones lacustres, las áreas centrales

son muy margosas, pueden incluir facies barbadas y son frecuentes las capas de gypsarenita con estructura turbidítica originados por la reesedimentación de los depósitos de márgenes salinos.

3.2.2 Descripción de facies

FACIES ALUVIALES

Los depósitos aluviales se encuentran adosados a los relieves mesozoicos que limitan la Cuenca del Duero.

Configuraban abanicos de arco amplio, el ángulo apical oscila entre 80° y 160° y con un radio máximo de 2,5-3 km. Se distinguen los siguientes tipos de facies:

Brechas calcáreas

Están constituidas por depósitos masivos, de aspecto caótico, con superficies de estratificación mal definidas por cicatrices erosivas discontinuas. Los cantos son muy angulosos y alcanzan tamaños de hasta varios metros cúbicos. El transporte ha sido muy breve y corto, no supera los 200 m de recorrido. Presenta soporte clástico, prácticamente sin matriz, y cemento calcáreo.

Se sitúan preferentemente en las zonas apicales de los abanicos y se interpretan como depósitos gravitacionales originados por transportes densos en masa tipo "debris-flow" que incorporan, eventualmente, bloques inestables desprendidos.

Conglomerados calcáreos

Están compuesto por niveles de espesor métrico limitados por superficies erosivas pero tendiendo a morfologías tabulares. Incluyen abundantes cicatrices internas irregulares y discontinuas. Los cantos proceden en su mayor parte de los carbonatos mesozoicos. Presentan grados medios de esfericidad y rodamiento. Sus diámetros están comprendidos entre 5 y 25 cm. Mucho menos abundantes son los cantos cuarcíticos, resedimentados de las Facies Weald y Utrillas y en ningún caso superan el 10% de la fracción clástica. Muestran soporte de cantos, la matriz es escasa, está compuesta por fragmentos de carbonatos y granos de cuarzo y el cemento es carbonatado. Excepcionalmente se observan imbricaciones de cantos asociadas a depósitos algo más canalizados.

Estas facies constituyen la orla proximal y media de los abanicos. El tipo de transporte dominante se realiza mediante mecanismos del tipo "debris-flow".

El transporte por agua es un proceso minoritario y está reflejado por estructuras de imbricación de cantos.

Conglomerados poligénicos

Constituyen depósitos claramente canalizados. Se asocian a facies arenosas groseras configurando secuencias de relleno de canal. El porcentaje de los distintos cantos respecto la fracción clástica es muy variable. Los cantos calcáreos están bien rodados y sus diámetros oscilan entre 1 y 6 cm. El resto de cantos son de cuarzo, cuarcitas y rocas metamórficas. Muestran a su vez un alto grado de rodamiento y los diámetros oscilan entre 0,3 y 4 cm. La matriz es esencialmente cuarcítica y el cemento calcáreo. Presentan predominantemente un soporte de los cantos por matriz aunque es frecuente el soporte clástico. Las estructuras sedimentarias más abundantes son la imbricación de cantos y la estratificación cruzada planar angular a la base. También pueden constituir el depósito de carga residual de rellenos arenosos de canal.

En zonas más alejadas del relieve se presentan como canales de potencia métrica individualizados e intercalados entre facies lutíticas. En las zonas más próximas a la orla media se organizan en potentes paquetes constituidos por canales amalgamados.

Se emarcan en la orla media distal y frente proximal de los abanicos aluviales. Se observa un predominio del transporte por flujos diluidos evidenciado por la presencia de estructuras tractivas. El tipo de relleno indica una configuración "breaided" para los paleocauces con desarrollo de barras de gravas.

Areniscas

Se asocian frecuentemente a las facies de conglomerados poligénicos constituyendo los términos superiores de las secuencias de relleno de canal. También pueden presentarse como niveles areniscosos individualizados entre facies lutíticas. Se trata de areniscas de grano muy grueso a medio bien cementadas y de coloración rojiza. Son muy frecuentes los procesos edáficos evidenciados por fuertes calcificaciones, desarrollo de perforaciones por raíces y caliches. Presentan "sets" tabulares de estratificación cruzada planar y "cosets" de "festoons". Las superficies son muy diversas, varían desde superficies netas horizontales a cicatrices erosivas incidiendo sobre los "sets" tabulares. Estas estructuras, con frecuencia se encuentran parcial o totalmente borradas por procesos edáficos.

Se interpretan como canales de duración efímera circunscritos al frente distal de los abanicos aluviales. El tipo de configuración de los canales varía de "braided" a baja sinuosidad.

Lutitas rojas

Se presentan en tramos masivos entre los que pueden intercalarse canales arenosos. Su color es rojo vivo y en ocasiones contienen términos más limosos. Son frecuentes los suelos rojos y caliches que se relacionan lateralmente con los procesos edáficos desarrollados a techo de los canales arenosos.

Pertenecen en su mayor parte al frente distal de los abanicos. Se asimilan a inundaciones generales a escala del abanico e incluso de todo el sistema. Con la caída de flujo se produce el encajamiento de los canales y su rápido relleno ("cut and fill"). Los procesos edáficos se desarrollan en los intervalos temporales de no deposición comprendidos entre dos avenidas.

FACIES FLUVIALES

Se organizan en sistemas de abanicos húmedos. En momentos de progradación cubren grandes extensiones de la cuenca. En las zonas marginales pueden identarse con los depósitos aluviales. La homogeneidad de facies dificulta la diferenciación de ambos submedios, remarcada por el posible carácter tributario de los sistemas aluviales a la red principal de drenaje fluvial.

Las zonas de llanura aluvial con drenaje deficiente pueden encontrarse intermitentemente anegadas, desarrollándose depósitos charcotre-palustres. Este fenómeno se localiza en zonas interabanico y a pié de los sistemas aluviales cuando están desconectados de la red fluvial.

Los abanicos húmedos tienen un ángulo apical agudo comprendido entre 30 y 45. Los depósitos conglomeráticos de orla media y proximal tienen un radio de hasta 5 km y se encuentran interrelacionados con facies aluviales. El frente distal alcanza un gran desarrollo en momentos de progradación cubriendo centenares de Km². Los depósitos de fren-

te distal están constituidos por lutitas rojas y ocreas en las que se encajan canales fluviales de diversa sinuosidad.

Conglomerados

Las facies conglomeráticas de los abanicos húmedos presentan una gran similitud con sus equivalentes aluviales. Existe una gradación de tipo de transporte que va de un predominio de flujos densos y gravitacionales en las zonas proximales y desarrollo preferencial de transporte tractivo por agua en áreas más alejadas.

Los depósitos originados por transportes en masa están constituidos por conglomerados y brechas calcáreas con soporte clástico, matriz nula o escasa y cemento calcáreo. Los cantos varían desde muy angulosos en las brechas a bien rodados y con alto grado de esfericidad en los conglomerados. La litología de los cantos es esencialmente calcárea, proceden de los carbonatos mesozoicos y sus diámetros son muy variables oscilando entre 3 y 40 cm. Las brechas pueden contener bloques de grandes dimensiones incorporados al depósito por desprendimientos.

Las facies conglomeráticas asociadas a transportes por agua que se organizan en secuencias métricas de relleno de canal. Aunque predominan los cantos calcáreos, suelen contener, siempre en menores proporciones, cantos de cuarzo, cuarcitas y rocas metamórficas. Ambos casos presentan grados altos de esfericidad y rodamiento. La matriz es predominantemente silíceas y el cemento calcáreo. Las estructuras sedimentarias observadas son imbricación de cantos, estratificación cruzada planar y raramente

en surco. Se asocian con frecuencia a facies arenosas formando parte de los términos inferiores de las secuencias de relleno de canal.

Los depósitos generados por transportes en masa corresponden a procesos producidos por mecanismos del tipo "debris flow" y se enmarcan en un contexto de ápice y orla proximal de abanico.

Las facies conglomeráticas originadas por transporte por agua se sitúan en la orla media y frente proximal y pueden formar parte del relleno de canales incididos en el frente distal de los abanicos húmedos.

Del análisis sedimentológico se deduce que las facies conglomeráticas se localizan en las áreas proximales de los abanicos húmedos. Los procesos que generan la sedimentación de estas facies son extremadamente parecidos a los que se encuentran en sus equivalentes aluviales. Las únicas diferencias se centran en un mayor desarrollo de depósitos conglomeráticos (la orla media y proximal alcanza un radio que supera los 5 km), el ángulo agudo de los ápices comprendido entre 30 y 45°, la situación localizada de los mismos, asociada a accidentes oblicuos al margen de cuenca, que controlan las zonas de salida de los abanicos húmedos, y el predominio de transporte por agua frente a los flujos densos.

Areniscas y arenas

Normalmente configuran secuencias de relleno de canal. En algunos casos constituyen depósitos de desbordamiento intercalados entre lutitas de llanura aluvial. El grado de cementación es muy variable dependiendo del tipo de procesos edáficos, en general calcificación y lavado de los finos. El color presenta a su vez gran diversidad, oscila entre tonos beige, ocre, amarillentos y rojizos. El tamaño de grano muestra gran variación y está comprendido entre muy fino y grueso.

En general se diferencian dos conjuntos de sistemas fluviales en función de la naturaleza del área fuente. Los abanicos húmedos del área madre mesozoica desarrollan canales de arena gruesa, bien cementados y de tonalidad rojiza. En zonas muy distales pueden perder la coloración rojiza y disminuir la cementación y el tamaño de grano. Las arenas de los sistemas que incorporan sedimentos de área madre paleozoica tienden a colores más claros, normalmente ocre, y en general están muy poco cementados.

En su mayor parte, los canales arenosos y areniscos, se encuentran intercalados entre lutitas y se enmarcan en el frente distal de los abanicos húmedos. Los canales muestran cambios en su configuración a lo largo de su recorrido. Son abundantes los restos óseos de vertebrados, principalmente de grandes quelonios. Localmente se encuentran restos de vegetales limonitizados, en general grandes fragmentos de troncos.

Son frecuentes las deformaciones hidroplásticas de las láminas, se producen por el escape de fluidos durante la compactación de sedimentos embebidos en agua.

Normalmente se desarrollan procesos edáficos a techo de las secuencias de canal. Se manifiestan como calcificaciones que borran total o parcialmente las estructuras internas de las secuencias de relleno, oxidaciones y perforaciones por raíces.

En función de las secuencias de relleno reconocidas se deducen los siguientes tipos de configuración para los canales:

Canales "braided"

Preferentemente están compuestos por areniscas rojizas de grano grueso aunque en casos aislados pueden rellenarse por arenas ocreas de grano fino. En casi todos los casos incluyen depósitos conglomeráticos. Estos últimos suelen formar "sets" tabulares de estratificación cruzada muy angular y experimentan cambios de orientación de las láminas de avalancha, limitados por superficies de reactivación. Los depósitos areniscosos presentan "sets" tabulares de escala métrica a decimétrica, "cosets" de estratificación cruzada planar de geometría muy compleja debido a las frecuentes reactivaciones, "cosets" de estratificación cruzada en surco y raramente laminación "ripple". Las superficies erosivas que limitan los "sets" y "cosets" son muy netas y con frecuencia muestran

geometrías canalizadas que inciden sobre los "sets" tabulares y "cosets" de estratificación cruzada.

Este tipo de relleno es típico de las zonas proximales del frente de los abanicos húmedos.

Canales rectos

Se desarrollan tanto en areniscas rojizas de grano grueso como en arenas ocreas. Están compuestos por uno o varios episodios de relleno constituidos por "sets" y "cosets" tabulares de estratificación cruzada planar y en surco. Las lecturas de las paleocorrientes dentro de los canales ofrecen un grado mínimo de dispersión y son muy coincidentes con el sentido general de la red principal de drenaje. Con frecuencia incluyen facies conglomeráticas formando "sets" tabulares de estratificación cruzada o constituyendo depósitos de carga residual en la base de algunos episodios de relleno. No pueden situarse en una zona concreta dentro del frente de los abanicos húmedos, son, no obstante, algo más frecuentes en las zonas proximales.

Canales de baja sinuosidad

Este tipo de relleno se ha observado preferentemente en depósitos de arenas finas a muy finas muy poco cementadas. Se caracterizan por presentar superficies de acreción muy tendidas.

Los intervalos comprendidos entre dos de estas superficies tienen espesores decimétricos que oscilan entre 30 y 75 cm y están compuestos por "sets" y "cosets" de estratificación cruzada planar y en surco y, en ocasiones, "ripples" a techo. El sentido de progradación de las láminas de avalancha es coincidente con el de las superficies de acreción o bien presenta una mínima divergencia (inferior en todos los casos registrados a 25°). Este hecho implica la ausencia de flujos helicoidales propios de cauces de mayor sinuosidad.

Este tipo de configuración es frecuente en contextos de frente distal de los abanicos húmedos.

Canales meandriiformes

Generalmente se asocian a depósitos de arenas finas, ocreas, mal cementadas, no obstante son frecuentes los rellenos de canal que reflejan este tipo de configuración, por areniscas rojizas de grano grueso. En el primer caso las superficies de acreción lateral son muy tendidas y el elevado contenido en finos indica la existencia de corrientes que transportaban abundante carga en suspensión. En el segundo caso las superficies de acreción lateral son más angulares aunque en corte presentan una sección sigmoidal. Esta característica unida al tamaño grueso de grano y la baja proporción de finos supone un desarrollo de flujos más tractivos y aguas más limpias.

Los "scroll-bars" de los canales meandriiformes tienen potencias entre 25 y 120 cm, están formados por "sets" y "cosets" de estratificación cruzada y "cosets" de "climbing ripples". Las paleocorrientes de estas estructuras son normales e incluso contrarias (entre 90° y 160°) al sentido de acreción lateral. Esta circunstancia es propia de canales altamente sinuosos y las estructuras tractivas reflejan claramente procesos producidos por flujos helicoidales.

Para las facies de areniscas rojizas de grano grueso pueden desarrollarse cambios de configuración de los canales durante su relleno. Estos ejemplos varían de un modelo "braided" o de río en recto en los términos basales a un trazado altamente sinuoso en los superiores.

En algunos casos, las barras de meandro presentan, a techo, incisiones de canales menores rellenos por un sólo "set" de láminas cruzadas. Se asimilan a procesos de "chute".

Los canales meandriiformes se desarrollan preferentemente en el frente distal a muy distal de los abanicos húmedos. No son sin embargo, exclusivos de estos subambientes y pueden encontrarse en numerosas subzonas del frente de los abanicos.

Depósitos de desbordamiento

Están constituidos por niveles tabulares de arena fina a muy fina, intercalado entre lutitas. Su potencia oscila entre 10 y 30 cm. No incluyen estructuras tractivas. Su base es neta y presentan ocasionalmente gradación positiva incipiente.

Se interpretan como flujos desbordados de los canales. Constituyen lóbulos arenosos que se depositan en la llanura de inundación ("Crevasse-splay").

Lutitas

Forman paquetes masivos interrumpidos esporádicamente por canales y depósitos de desbordamiento arenosos. Los colores de las facies lutíticas son muy variados dependiendo de la naturaleza del área madre y de la intensidad y tipo de los procesos edáficos. En general los sistemas que incorporan materiales de procedencia paleozoica desarrollan facies lutíticas ocre y beige. Pueden virar a tonos rojizos producidos por edafizaciones (suelos rojos). Las lutitas pertenecientes a sistemas de área madre mesozoica presentan un color rojo vivo. El contenido en limos es muy variable. Los suelos calcimorfos, en general caliches, son frecuentes en este tipo de facies.

Las lutitas son los depósitos más abundantes en el frente de los abanicos húmedos, su origen se centra en dos mecanismos sedimentarios principales, uno, constituyendo la llanura aluvial originada por des-

bordamientos de los canales fluviales y otro, generadas por inundaciones a escala de todo el sistema. El segundo proceso explica el gran volumen de fangos en el frente distal de los abanicos, implica un carácter efímero para los canales que se encajarían en los momentos de bajada del flujo, y condicionaría su rápido relleno por "backfilling".

El desarrollo de procesos edáficos supone la existencia de superficies sometidas a exposición subárea durante períodos prolongados. La correlación lateral de los paleosuelos sobre sustrato lutítico, con los procesos edáficos en los términos superiores de los rellenos de canal se relaciona con momentos de no sedimentación entre grandes avenidas o desconexión de áreas extensas con el flujo activo del sistema.

FACIES CHARCUSTRES

Este término engloba a todos los depósitos originados en zonas anegadas incluídas en ambientes fluvio-aluviales y claramente desconectadas de las áreas netamente lacustres.

La localización se limita a áreas interabanico húmedo y a pié de los sistemas aluviales. Estas áreas se nutren de los desbordamientos de los canales y se mantienen anegadas debido a su deficiente drenaje.

Se distinguen las siguientes facies:

Arcillas margosas anaranjadas

Forman paquetes de espesores comprendidos entre 1 y 4 m. El contenido en carbonato es bastante bajo y la arcilla predominante es la illita. La intensa bioturbación les confiere un aspecto masivo y es posible observar en algunos casos huellas de raíces. En vertical pueden pasar a margas blancas o lutitas rojas.

Margas blancas

Presentan un aspecto noduloso. Se encuentran en niveles de espesor comprendido entre 50 cm y 6 m. En ocasiones incluyen nódulos calcáreos dispersos de formas esféricas. En vertical suelen pasar gradualmente a facies calcáreas.

Calizas

Constituyen paquetes masivos de potencia métrica. Tienen aspecto noduloso. Muestran señales de oxidación y ocasionalmente karstificación. Presentan perforaciones por juncáceas y en algunos casos se conserva la estructura prismática. Texturalmente son micritas con abundantes recristalizaciones, y en ocasiones cemento vadoso. Los aloquímicos están representados por granos dispersos de cuarzo, muy abundantes intraclastos y restos de algas caráceas. Excepcionalmente incluyen grandes nódulos de sílex.

Las facies charcustres acostumbran a organizarse en secuencias compuestas por arcillas margosas anaranjadas en la base, margas blancas y calizas a techo. Representan depósitos de aguas estancadas que experimentan un progresivo aumento de contenido en carbonato. La fracción terrígena está aportada por los desbordamientos de los canales. Los procesos edáficos se desarrollan en momentos de desecación de estos ambientes.

FACIES LACUSTRES

Las zonas lacustres se encuentran preferentemente en los sectores centrales de la cuenca. En momentos de mayor expansión pueden llegar hasta los márgenes de la misma situándose sobre un sustrato mesozoico. La confluencia de los abanicos fluviales a contextos lacustres provoca la generación de lóbulos deltaicos terrígenos y la incorporación de materiales resedimentados de los bordes de los lagos. Los márgenes lacustres registran gran variedad de subambientes, diferenciándose, aparte de los depósitos fluviolacustres, lutitas carbonosas circunscritas a zonas cenagosas, calizas palustres y lutitas margosas con cambios de coloración asimilables a ciclos de oxidación-reducción. Estos depósitos experimentan alteraciones producidas por procesos edáficos, en general nodulizaciones y oxidaciones, y abundantes señales de bioturbación por raíces en régimen palustre o subaéreo. La franja proximal subacuática registra una diversidad de facies seleccionada con el quimismo del agua y la energía del medio. Se diferecian lutitas negras muy fosilíferas propias de aguas ácidas en contraposición a las facies de

calizas micríticas con ostrácodos pertenecientes a medios de aguas cálidas carbonatadas. Los depósitos de alta energía están representados por calizas muy bioclásticas y calcarenitas con "ripples" de oleaje, y los de media energía por margas calcáreas bioclásticas. Las facies más profundas están constituidas por margas grises excepcionalmente barbadas y margas blancas tableadas o lajosas.

Las asociaciones de facies propias de contextos lacustres salinos se encuentran en áreas mas alejadas de los relieves marginales de la cuenca. Los depósitos de llanura fangosa subaérea están representados por margas dolomíticas alternando con niveles discontinuos de calizas y dolomías con pseudomorfos de yeso, las facies de subacuáticas proximales por margas dolomíticas con cristales de yeso selenítico y estratificación lenticular en gypsarenitas. Las facies profundas están formadas por alternancias rítmicas entre margas dolomíticas y gypsarenitas con estructura turbidítica. Los macrocristales de yeso intersticial aparecen ligados a procesos diagenéticos tardios.

El clima es el factor que ejerce un mayor control en la sedimentación. Condiciona el aporte de terrígenos y aguas dulces a los lagos procedentes de los sistemas fluviales e influye directamente sobre la tasa de evaporación en la cuenca. La tectónica determina la cantidad de sedimento disponible, las direcciones preferentes de drenaje y la configuración de las áreas lacustres. La combinación de estos factores será responsable de las diversas etapas de retracción lacustre ya sea por desecación o colmatación, de la expansión y cambios de batimetría de los lagos, de las variaciones de quimismo de las aguas, de la na-

turaliza de los depósitos y en consecuencia de los tipos y asociaciones de facies.

FACIES DELTAICAS

Este término es aplicable tanto a los depósitos terrígenos aportados directamente por los cauces fluviales a las cuencas lacustres como a los materiales de los márgenes de los lagos resedimentados y mezclados con los anteriores en grandes avenidas. En el registro sedimentario quedan marcadas con mayor evidencia estas avenidas eventuales, siendo las responsables de los cambios bruscos de quimismo en las aguas reflejadas por los tipos de facies y las variaciones repentinas de comunidades de organismos característicos de distintas salinidades. Estos aparatos deltaicos constituyen cuerpos lobulares de dimensiones variables superando en general el km de radio. Se distinguen los siguientes tipos de facies:

Arenas y limos

Se distribuyen generalmente en cuerpos tabulares de potencia comprendida entre 10 cm y 2 m formados por "cosets" de "climbing-ripples" y "sets" de estratificación cruzada de bajo ángulo y mediana escala. Los "sets" y "cosets" raramente sobrepasan los 20 cm de potencia, las superficies que los limitan son planas y netas y en afloramientos excepcionalmente continuos se aprecia un ligero grado de inclinación hacia las zonas centrales del lago como consecuencia de la progradación deltaica. Son abundantes las deforma-

ciones hidroplásticas de las láminas y los escapes de fluidos. Pueden encontrarse retrabajamientos producidos por oleaje, representados por "ripples" de oscilación y estratificación cruzada tipo "hummocky" de pequeña longitud de onda. Localmente estos depósitos pueden verse truncados por depósitos canalizados de areniscas con estratificaciones cruzadas en surco originadas por la progradación del sistema fluvial sobre los lóbulos deltaicos.

En general se trata de arenas finas y limos muy poco cementados. La coloración oscila entre tonos amarillentos, ocre y rosados. En numerosas ocasiones incluyen abundantes ostrácodos que colonizan el fondo en períodos de estabilidad y son resedimentados en momentos de mayor energía. Estos depósitos se enmarcan en un contexto de llanura deltaica subacuática.

Margas limo-calcáreas

Muy bioclásticas, se organizan en capas de espesor comprendido entre 5 y 50 cm. Pueden alternar con margas gris verdosas o bien presentar numerosas amalgamaciones. Tienen la base neta y suelen mostrar laminaciones cruzadas de muy bajo ángulo "hummocky y cross stratification" (HCS) y "ripples" de oscilación a techo. Sus tonalidades varían entre amarillentas y pardas. En algunos casos aparecen costras ferruginosas a techo de las capas y ocasionalmente incluyen láminas carbonosas. Los restos fósiles son muy abundantes, pertenecen a conchas y opérculos de gasterópodos y a ostrácodos y muestran diversos grados de resedimentación. Estas facies se

situan en un ambiente de frente deltaico.

Margas

Constituyen paquetes masivos de uno a varios metros de potencia. Tienen una coloración gris verdosa. Ocasionalmente pueden incluir niveles centimétricos de margas limosas o calizas bioclásticas producidos por avenidas excepcionales. Con frecuencia muestran láminas muy continuas de acumulación de ostrácodos. Representan los depósitos prodeltaicos.

La sedimentación se produce por deceleración de los flujos deltaicos y posterior decantación del material transportado en suspensión. Los únicos episodios tractivos corresponden a los depósitos bioclásticos generados por eventos excepcionales.

FACIES LACUSTRES MARGINALES-PALUSTRES

Esta denominación se aplica a los depósitos que por su posición circunlacustre son extremadamente sensibles a las retracciones de los lagos y presentan por tanto rasgos de exposiciones subaéreas intermitentes. Se incluyen en este término calizas y margas palustres y edafizadas, facies carbonosas y secuencias de oxidación-reducción en lutitas margosas.

Calizas

Se trata de calizas micríticas originalmente sedimentadas en ambientes más profundos y que debido a las oscilaciones de nivel del lago han estado sometidas a exposición subaérea o han servido de sustrato para un área vegetada en régimen palustre. La exposición subaérea queda puesta de manifiesto por karstificación, y decoloraciones producidas por oxidación a techo de las capas. Otros procesos frecuentes son la brechificación y nodulización de los niveles calcáreos. Las perforaciones producidas por raíces es la estructura más abundante. Texturalmente se trata de "wackestones" son ostrácodos y algas. Se observa el desarrollo de cemento vadoso a partir de los huecos dejados por las raíces.

Margas nodulosas

Se trata de margas blanquecinas en paquetes decimétricos a métricos. Se sitúan en la base de las calizas que han sido expuestas a régimen subaéreo y los contactos entre ambos términos son transicionales. El origen de la nodulación se asimila a procesos edáficos.

Lutitas carbonosas

Se trata de capas de potencia comprendida entre 10 y 60 m. La lutita es aportada en suspensión por los aparatos deltaicos a un margen vegetado del lago. Se enmarcan en zonas pantanosas con un

fondo rico en materia orgánica y aguas aciduladas que inhiben la precipitación de carbonato. El color varía de negro a verdoso en función del contenido en restos carbonosos.

Secuencias lutíticas de oxidación-reducción

Se presentan en ciclos de potencia métrica. Están constituidos por lutitas margosas gris-verde bioturbadas que representan el intervalo de reducción pasando gradualmente a lutitas rojas o verdosas con decoloraciones producidas por un incremento de la oxidación. Estas secuencias se enmarcan en un contexto palustre y están producidas por episodios de descenso paulatino del nivel de agua en el lago.

FACIES LACUSTRES PROXIMALES

En este apartado se recogen los depósitos sedimentados en áreas próximas a los márgenes de los lagos y que no presentan procesos generados en régimen subaéreo o palustre. La diversidad de facies responde a las diferencias de energía del medio y el PH de las aguas que controla la precipitación de carbonato. Se distinguen los siguientes grupos de facies:

Lutitas negras

Se trata de tramos masivos de espesor métrico. Son extraordinariamente fosilíferas, incluyen abundantísimos gasterópodos y resultan

excelentes niveles para recoger restos de micromamíferos. Se encuentran muy bioturbadas y pueden presentar ferruginizaciones dispersas.

Corresponden a áreas lacustres de muy baja energía, con fondo rico en materia orgánica y aguas ácidas.

Pueden contener macrocrisales de yeso lenticular y en rosetas. Tienen siempre un aspecto muy sucio y tono oscuro de lo que se deduce su origen diagenético y crecimiento a partir de materia orgánica.

Margas calcáreas

Constituyen las facies más representativas de los ambientes lacustre proximales. Están organizadas en paquetes de potencias comprendidas entre 10 y 50 cm. Son muy fosilíferas, contienen abundantes gasterópodos y ostrácodos. Pueden presentar estructuras producidas por oleaje tales como "ripples" de oscilación y HCS de pequeña a media longitud de onda. La base puede ser neta o transicional y pueden encontrarse superficies ferruginosas a techo de las capas. Acostumbran a mostrar un tono pardo a marrón claro.

Calizas

Presentan aspectos muy diversos debido al tipo de componentes que incluyan, el contenido en margas y a las alteraciones edáficas que hayan sufrido posteriormente a su depósito.

En general se trata de micritas con textura tipo "wackestone". Los componentes orgánicos más abundantes son los ostrácodos siendo frecuentes los restos de caráceas y los gasterópodos. En ambientes algo energéticos incluyen abundantes intraclastos y los oncolitos se asocian a los contextos de mayor energía. Son excepcionales las estructuras tractivas, representadas por "ripples" de oleaje y estratificación cruzada HCS de bajo ángulo. Se deduce un ambiente de aguas cálidas que favorezcan la precipitación de carbonato.

Calcarenitas

Se trata de niveles aislados, de notable continuidad lateral y potencia comprendida entre 5 y 20 cm. Son calizas muy bioclásticas con escasa matriz y contenidos variables en granos de cuarzo. Presentan texturas "grainstone-packestone" y los ostrácodos pueden llegar a representar el 50% del total de la roca. Estos desarrollan doble y triple concha propia de ambientes de alta energía. Las capas muestran base plana y neta y techo ondulado como consecuencia de la estratificación cruzada tipo "hummocky" y de los ripples de oscilación. Se interpretan indudablemente como capas de tormenta.

FACIES LACUSTRES DISTALES

Son esencialmente margosas. El origen de la mayoría de estos depósitos está relacionado con la sedimentación prodeltaica. Los materiales están aportados por suspensión, y decantación en las zonas más profundas de los lagos.

Generalmente, se organizan en secuencias de potencia métrica. Los términos inferiores están compuestos por margas grises que pasan en vertical a margas calcáreas blancas tableadas o lajosas. Estos ciclos representan probablemente etapas de retracción lacustre o de estabilización deltaica, reflejadas por una tasa menor de aportes a las zonas profundas y enriquecimiento en carbonato de las aguas.

Las margas grises pueden presentar excepcionalmente intervalos barbados indicadores de aguas frías y de una cierta batimetría que permitan el desarrollo de "hipolimnión".

La existencia de láminas muy continuas de acumulación de ostrácos, se puede interpretar como colonización del fondo por estos organismos en periodos favorables o como resedimentación de los mismos mediante corrientes de turbidez muy distales.

FACIES LACUSTRES SALINAS

Se localizan en los sectores centrales de la cuenca. El carácter salino viene dada por la presencia de yesos. Estos muestran aspectos muy diversos en función de su génesis. Se distingue yeso selenítico, gypsarenitas y crecimientos diagenéticos de yeso intersticial. La calcitización de los yesos es un fenómeno muy frecuente así como el desarrollo de pseudomorfos en carbonatos. Todas las facies evaporíticas se asocian con margas dolomíticas.

Calizas y dolomías con pseudomorfos de yeso

Se trata de capas de morfología muy irregular y generalmente discontinuas. Pueden alcanzar potencias de hasta 1 m. Los pseudomorfos están constituidos por moldes de macrocristales de yeso lenticular disueltos. MEDIAVILLA (1986-87) enmarca a estas facies en un contexto de llanura fangosa subacuática con fuerte evaporación, generación de yeso lenticular y dolomitización.

Margas dolomíticas

Se asocian al resto de facies evaporíticas y se sitúan por tanto en todos los ambientes lacustres salinos. Se presentan en paquetes masivos de espesor métrico y en alternancia con gypsarenitas y calizas o dolomías con pseudomorfos. Pueden incluir pseudomorfos dispersos de microcristales de yeso. La existencia de yeso selenítico disperso se asocia a ambientes de llanura fangosa subacuática

y la abundancia de cristales de yeso lenticular se debe a retracciones lacustres que dejan grandes áreas fangosas expuestas a régimen subaéreo favoreciendo la evaporación y precipitación de sulfato. Los estudios de los ostrácodos relacionados con estos depósitos muestran asociaciones faunísticas propias de aguas salinas e hipersalinas GONZALEZ DELGADO et al. (1986).

Gypsarenitas

Proceden del retrabajamiento de los yesos generados en la llanura fangosa. Alternan con margas dolomíticas y se presentan en tres maneras: como niveles lenticulares con estratificación "wavy" y "flasher" y como capas tabulares con granoclasificación positiva. En el primer caso se enmarcan en un contexto de llanura fangosa subacuática proximal, batida intermitentemente por el oleaje. En los otros dos casos se consideran como depósitos turbidíticos generados por procesos gravitacionales. La estratificación "wavy" y "flasher" está producida por oleaje y se sitúa en una posición más proximal que las facies puramente turbidíticas.

3.2.3 Análisis secuencial

El Neógeno del sector oriental de la Cuenca del Duero se ha dividido clásicamente en tres horizontes definidos por HERNANDEZ-PACHECO (1915). El horizonte basal, está compuesto por lutitas y arenas y ha sido denominado Facies Tierra de Campos, el intermedio, predominantemente margoso, recibe el nombre de Facies de Las Cuestas y el superior,

de carácter calcáreo, es conocido como Calizas del Páramo. Este esquema no ha sufrido variaciones sensibles y las denominaciones se han mantenido y han seguido siendo utilizadas por los diversos autores que han trabajado en la zona.

Las únicas novedades relevantes en los sectores centrales de la cuenca son las efectuadas por ROYO (1986) que diferencia dos niveles de las Calizas del Páramo, y la incorporación de un tramo basal esencialmente calcáreo DEL OLMO (1978) denominado Facies Dueñas.

AEROSERVICE (1970) realiza la hoja 1:200.000 de Burgos y define unas nuevas unidades en función de su litología y área de procedencia. Los depósitos conglomeráticos marginales equivalentes reciben la denominación de Facies Vega de Riarcos-Alar del Rey y los materiales fluviales asociados a los anteriores se designan como Facies Grijalba-Villadiego. Los sistemas que proceden de la Sierra de La Demanda se conocen como Facies Covarrubias para los conglomerados marginales y Facies Santa María del Campo para los depósitos fluviales. El término Facies Tierra de Campos se reserva para los materiales fluviales de tonos ocres que cubren toda esta comarca y se postula una procedencia de los relieves zamoranos.

PORTERO et al. (1982) realizan la transversal N-S de la Cuenca del Duero y correlacionan los depósitos marginales correspondientes a los abanicos de Aviñante, Guardo y Cantoral definidos por MANJON (1979), con las facies fluviales de La Serna (ARAGONES, 1978) y con los materiales lacustres de Las Cuestas en los sectores centrales.

Las primeras modificaciones notables del esquema original de HERNANDEZ PACHECO (1915) han sido realizadas por ORDOÑEZ et al. (1981) en base a criterios secuenciales. Estos autores diferencian cuatro unidades separadas por rupturas sedimentarias extensibles a toda la cuenca. Las Facies Dueñas definidas por DEL OLMO (1973), son equivalentes a su Unidad Dolomítica Inferior. La Unidad Media incluye los tres horizontes propuestos por HERNANDEZ PACHECO. La unidad Superior muestra una secuencia de características parecidas a la Unidad Media y equivale al Páramo II de ROYO (1926). El esquema culmina con un intervalo detrítico denominado Unidad Capas Rojas. MEDIAVILLA y DABRIO (1986) introducen diversas modificaciones y proponen para el sector de la Cuenca, una nueva interpretación secuencial en la que diferencian cuatro UTS. La UTS 1, engloba las facies Dueñas y Tierra de Campos, considerando que las segundas son progradantes sobre las primeras. El límite superior está marcado por el desarrollo extensivo de paleosuelos. La UTS 2 corresponde a parte de las facies de Las Cuestas y la ruptura superior que se define está puesta de manifiesto por la presencia de "mud cracks", pisadas de ave, o grandes ecúmulos de yesos si el sustrato es lacustre salino, o bien caliches si se desarrolla sobre materiales de llanura de inundación. La UTS 3 incluye la parte alta de las facies de las cuestas y las Calizas del Páramo sobre las que se producen karstificaciones que evidencian la ruptura con que termina esta unidad. La UTS 4 corresponde al Páramo II (Royo 1926) y es equivalente a la Unidad Superior de ORDOÑEZ et al. (1981).

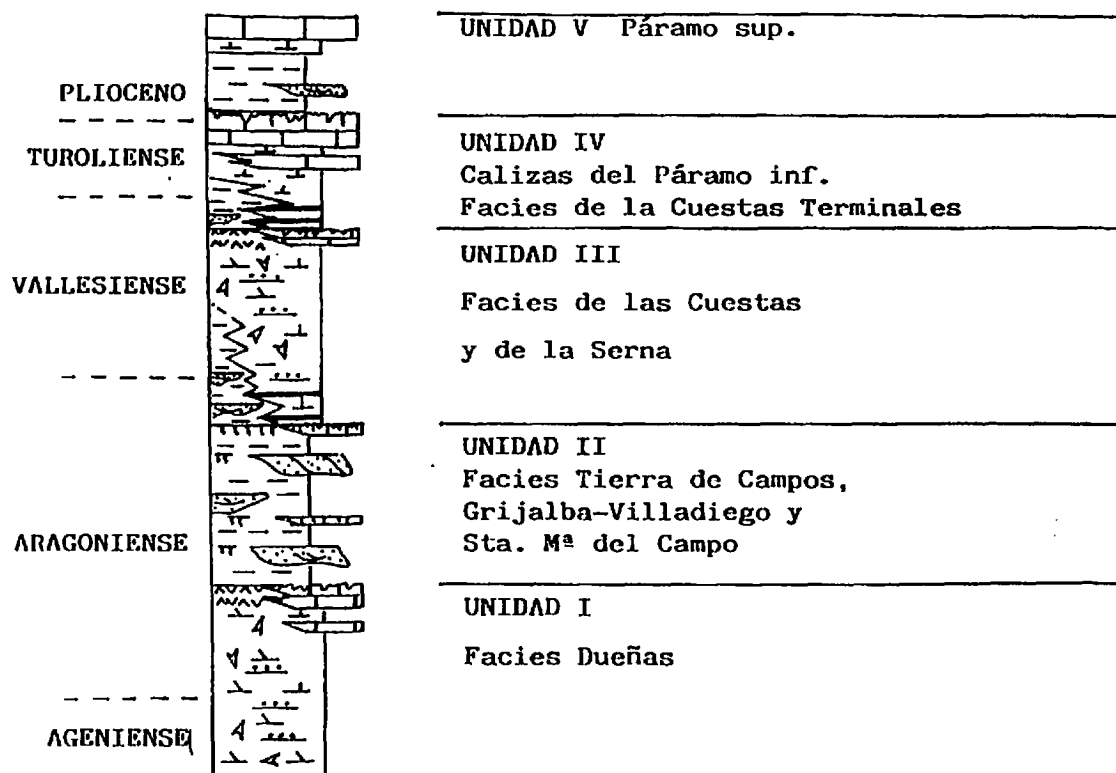
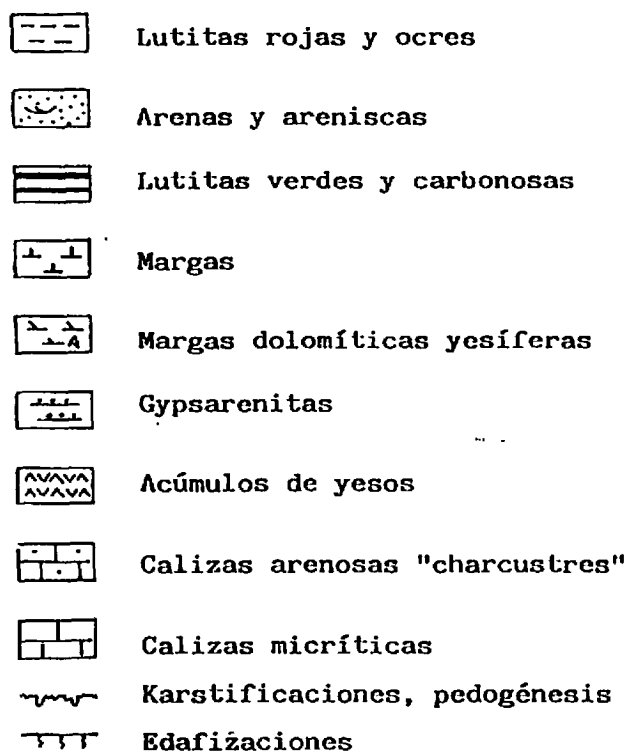


Fig. 6 Columna sintética del Mioceno en el sector Nororiental de la Cuenca del Duero.



En la presente memoria se adopta una nueva organización secuencial que difiere parcialmente de los esquemas propuestos por los anteriores autores. Esta organización secuencial se ha realizado en base a los datos sedimentológicos y estratigráficos obtenidos en el sector nororiental de la Cuenca del Duero y es extensible por lo menos a los sectores centrales. Se diferencian cinco unidades separadas por rupturas sedimentarias que se manifiestan de formas distintas en función del ambiente sobre el que se desarrollan. Estas rupturas son correlacionables para grandes áreas de la Cuenca y las limitaciones del trabajo no permiten verificar si afectan a la totalidad de la misma. Este dato permitiría asimilar las unidades propuestas a UTS. En consecuencia se aplica un carácter informal para las mismas y se describe el tipo de discontinuidad que las separa.

La Unidad I está constituida por depósitos lacustres y corresponde a las Facies Dueñas de ROYO (1986) y a la Unidad Dolomítica Inferior de ORDÓÑEZ et al. (1981). No se conocen los términos basales y está limitada a techo por una discontinuidad sedimentaria puesta de manifiesto por la existencia de procesos edáficos y karstificación sobre las calizas lacustre-palustres terminales o por grandes acúmulos de yeso si se desarrolla sobre materiales de lago salino. No se descarta la posibilidad apuntada por MEDIAVILLA y DABRIO (1986) respecto la equivalencia lateral de estas facies con los sistemas fluviales de Tierra de Campos en los sectores centrales. No obstante en la mayor parte del sector nororiental, las facies Tierra de Campos están claramente separadas de las facies Dueñas por la ruptura anteriormente mencionada. En todo caso esta discontinuidad es muy evidente en las hojas de Burgos y Villadie-

go, y constituye un episodio generalizado de retracción lacustre seguido de un prolongado período de no sedimentación y exposición subaérea. La Unidad II es esencialmente terrígena y corresponde a un momento de máximo desarrollo de los abanicos fluviales que invaden la mayor parte de la cuenca, coincidiendo con una reactivación en los sistemas aluviales de los bordes. El límite superior está evidenciado por un elevado desarrollo de suelos calcimorfos, la intensa karstificación de calizas charcustras en áreas de escaso drenaje, y la existencia de una superficie de erosión fosilizada por los depósitos lacustres de la unidad suprayacente.

La Unidad II se individualiza con gran facilidad cuando está limitada a muro y a techo por facies lacustres. Sin embargo, en zonas de alto drenaje puede producirse la superposición de facies fluviales, y las rupturas, por lo tanto, se manifestarán de forma mucho más sutil dificultando la individualización de esta Unidad.

La ruptura que limita con la unidad suprayacente marca, un paro sedimentario prolongado, y la existencia de una superficie de erosión está conforme con el criterio de Pozo et al (1984) y MEDIAVILLA y DABRIO (in litt) que consideran el contacto discordante.

La Unidad III corresponde a la UTS II de MEDIAVILLA y DABRIO (1986). Comprende la parte inferior de las facies de Las Cuestas donde se desarrollan ambientes lacustres. Probablemente existen facies fluviales del sistema Grijalba-Villadiago pertenecientes a esta unidad y circunscritas a las áreas mejor drenadas. En la parte occidental del

Sector Nororiental de la Cuenca del Duero (hojas de Osorno, Herrera del Pisuega y Prádanos de Ojeda) se desarrollan las facies de La Serna (ARAGONES 1978) que pertenecen a sistemas de abanicos fluviales que incorporan materiales de procedencia paleozoica. Esta demostrado que las facies de La Serna son correlacionales con los depósitos lacustres de la Unidad II y probablemente de la Unidad IV, aunque no se ha observado por el momento la ruptura que las separa en este contexto.

La Unidad IV es equivalente a la UTS III de MEDIAVILLA y DABRIO (1986). Engloba la parte alta de las facies de Las Cuestas y las calizas del Páramo y puede ser equivalente a los términos superiores de las facies de La Serna. Supone una restructuración de las áreas lacustres. En las zonas lacustres marginales y proximales, los depósitos que se superponen a la ruptura que separa a esta unidad de la infrayacente marcan una gran diversidad de subambientes. Están representados por facies fluviodeltaicas, grandes acúmulos de lutitas negras, calizas arenosas y margas anaranjadas propias de ambientes palustre o charcustré, y ciclos de oxidación en lutitas margosas palustres. En contextos lacustres salinos suelen desarrollarse depósitos de llanura fangosa subaérea.

El límite superior de esta unidad está puesto de relieve por un período de retracción lacustre representado por las calizas del Páramo. A techo de éstas se desarrolla una superficie de karstificación que corresponde a un período prolongado de exposición subaérea. El contacto con la Unidad V es discordante y se corresponde con la Fase Ibero-manchega I definida por PEREZ GONZALEZ (1982).

La Unidad V tiene un carácter restringido, sólo se ha reconocido en los alrededores de Yudego (Hoja de Sasamón). La serie completa de esta unidad está compuesta por un tramo terrígeno en la base correspondiente a un ambiente fluvial, un tramo intermedio margo-arcilloso perteneciente a un contexto palustre-charcustré, y un intervalo calcáreo superior muy denudado de carácter lacustre proximal.

4. CARACTERIZACION DE FACIES

ANALISIS SECUENCIAL

CARACTERIZACION DE FACIES

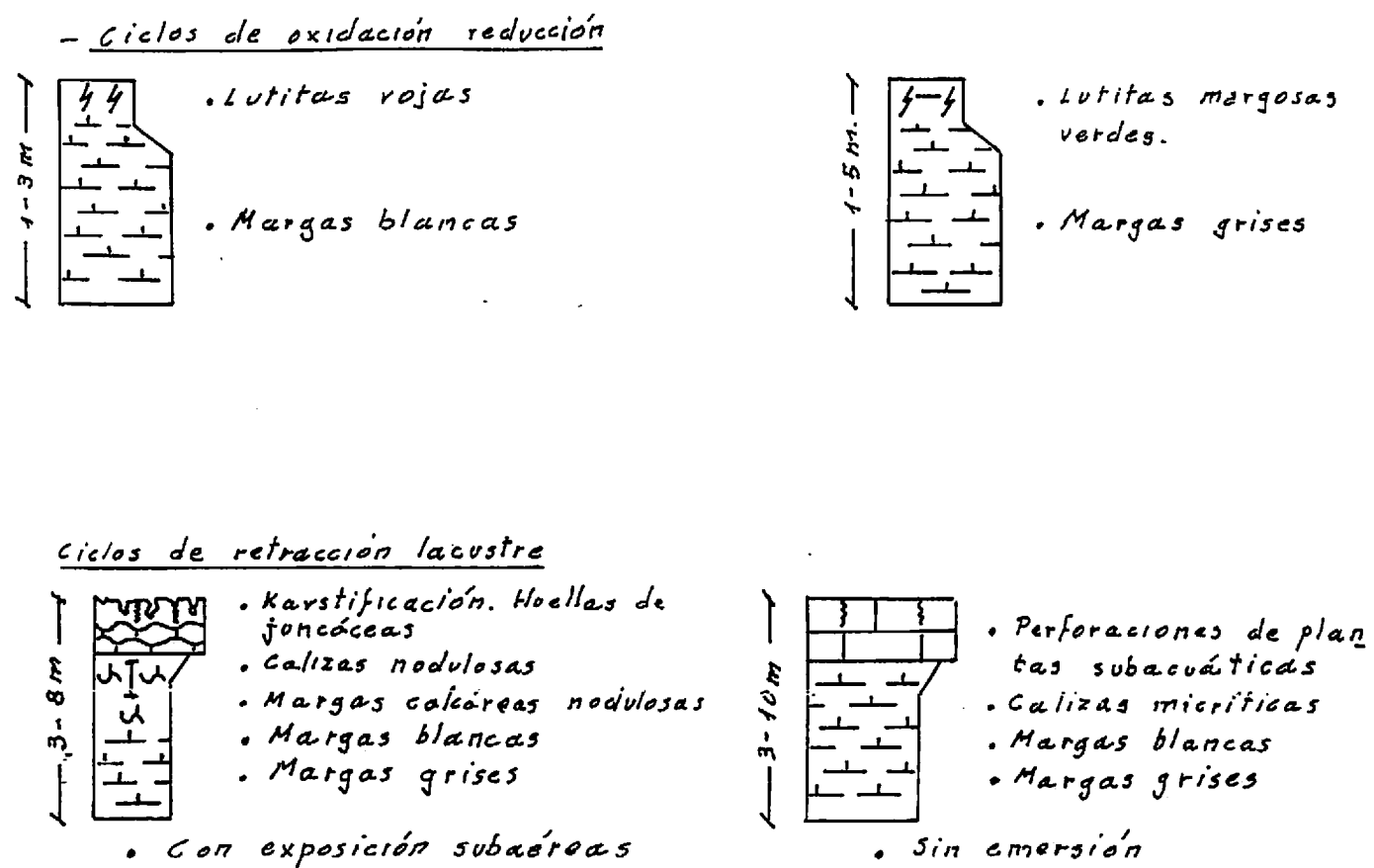
UNIDAD I

Está formada por depósitos lacustre-palustres. Se intercalan algunos niveles de lutitas rojas que constituyen cuñas terrígenas entre facies lacustres. La unidad termina con la sedimentación de calizas y posterior edaficación y karstificación.

FACIES DUEÑAS

Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas rojas	Bioturbación, suelos rojos	Llanura de inundación, términos oxidantes palustres
Lutitas margosas verdes	Bioturbación. Algas	Palustre. Paleosuelos
Margas grises	Ostrácodos	Lacustre, fondos reductores
Margas blancas	Oxidaciones a techo. Ostrácodos	Lacustre proximal, condiciones oxidantes
Margas calcáreas nodulosas	Bioturbación, pedogénesis	Lacustre proximal más retracción con procesos edáficos
Calizas margosas y micríticas	Gasterópodos, ostrácodos, caráceas.	Lacustre proximal
Calizas nodulosas con perforaciones	Estructura prismática, nodulización karstificación	Lacustre marginal sometido a exposición subaérea.

TIPOS DE SECUENCIAS



UNIDAD II

Adosados a los relieves mesozoicos se encuentran los depósitos conglomeráticos pertenecientes a las facies Alar del Rey. Constituyen la orla proximal de los abanicos alviales y fluviales. Las facies Grijalba-Villadiego forman el frente distal de los abanicos con encajamiento y relleno de canales y en zonas poco drenadas de los sistemas fluviales. La unidad está culminada por un acúmulo de suelos calcimorfos y localmente por un nivel de calizas charcustres muy edafizada y karstificada.

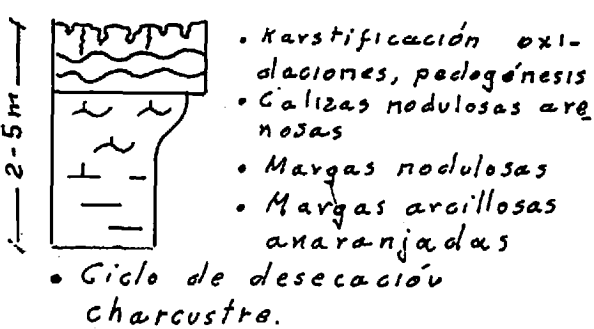
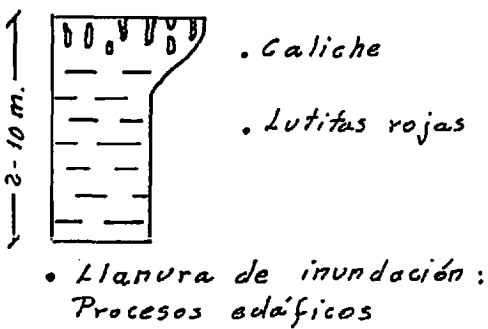
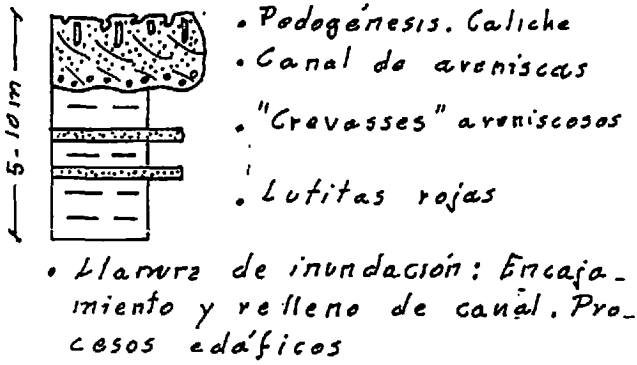
FACIES ALAR DEL REY

Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Brechas calcáreas	Depósito desorganizado	Apice de abanicos
Conglomerados calcáreos	Cicatrices internas	Orla proximal y media de abanicos
Conglomerados poligénicos y areniscas	Canalizaciones, estratificación cruzada	Relleno de canales en orla distal
	Vertebrados.	

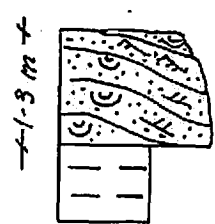
FACIES GRIJALBA-VILLADIEGO

Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas rojas	Biturbación	Llanura de inundación
Caliches, calcificaciones	Rasgos pedogénicos marmorizaciones, Pisoides.	Suelos calcimorfos
Capas tabulares de areniscas	Granoclasificación incipiente	Lóbulos de desbordamiento
Areniscas v microconglomerados	Estratificación cruzada, canalizaciones y vertebrados.	Relleno de canales
Lutitas verdes	Bioturbación, algas.	Encharcamiento en llanura de inundación
Margas arcillosas anaranjadas	Bioturbación.	Charcstre, perilacustre.
Margas nodulosas	Bioturbación-Pedogénesis	Charcstre
Calizas arenosas nodulosas	Nodulización. Algas, peloides intraclastos	Charcstre más exposición sub-aérea prolongada.

TIPOS DE SECUENCIAS

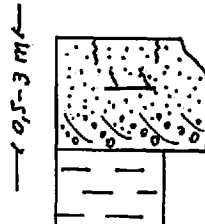


TIPOS DE RELLENO DE CANAL



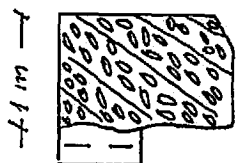
- "Climbing ripples"
- Superficies de acreción lateral. Estratificación cruzada

• Canales meandriformes



- "sets" de estratificación cruzada

• Canales rectos



- Barras de gravas. Reactivaciones

• Canales rectos



- "Cosets" de "festoons"
- Reactivaciones en estrat. planar
- Incisiones internas
- Sets tabulares
- Barras de gravas

• Canales "braided"

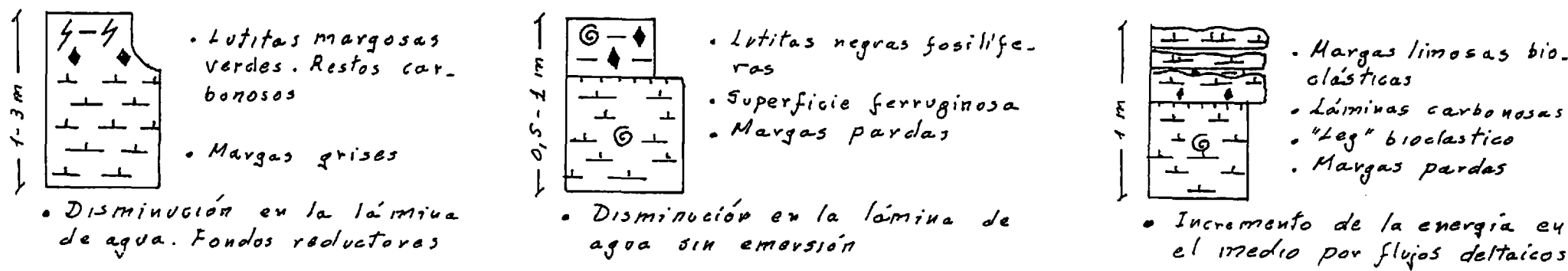
UNIDAD III

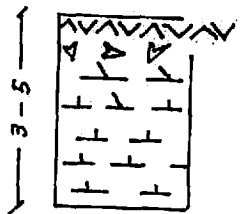
Presenta un carácter claramente lacustre. Supone un cambio ambiental muy importante en la cuenca respecto a la unidad anterior. Está separada de ésta última por una interrupción sedimentaria y un episodio erosivo. Localmente, la unidad III se dispone directamente sobre materiales mesozoicos afectados por la superficie de erosión desarrollada a techo de la unidad anterior. La ruptura que marca el fin de la Unidad II está marcada por el desarrollo de perforaciones de juncáceas y karstificaciones sobre un tramo de calizas.

FACIES DE LAS CUESTAS

Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas negras carbonosas	Restos carbonosos. Lignitos	Ciénagas
Lutitas negras fosilíferas	Gasterópodos, micromamíferos	Lacustre somero proximal. Fondo orgánico, aguas ácidas
Lutitas margosas verdes	Bioturbación.	Palustre
Margas grises	Ostrácodos	Lacustre, fondos reductores
Margas blancas	Ostrácodos	Lacustre proximal
Margas pardas	Gasterópodos, ostrácodos, Ferruginizaciones.	Lacustre proximal. Energía media
Margas limosas bioclásticas	Bioclastos, ripples de oleaje. HCS	Resedimentación en lacustre proximal
Margas dolomíticas yesíferas	Yeso diagenético	Lacustre salino
Margas calcáreas nodulosas	Rasgos pedogénicos	Lacustre proximal con procesos edáficos o palustres
Calizas arenosas bioclásticas	Ostrácodos, ripples de oleaje, HCS.	Capas de tormenta
Calizas micríticas o margosas	Ostrácodos, gasterópodos	Lacustre proximal
Calizas nodulosas con perforaciones	Estructura prismática, nodulización, karstificación.	Lacustre marginal, sometido a exposición subaérea.

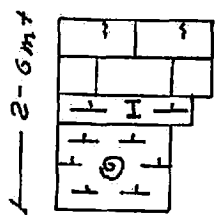
TIPOS DE SECUENCIAS





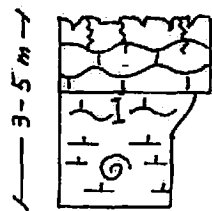
- Acúmulo de yeso diagenético
- Margas dolomíticas yesíferas
- Margas blancas

- Aumento de salinidad en el medio. Mayor evaporación



- Perforaciones de plantas subacuáticas
- Margas calcáreas
- Margas pardas

- Ciclo de retracción lacustre sin emersión



- Karstificaciones, perforaciones
- Galizas
- Margas nodulosas
- Margas pardas

- Ciclo de retracción lacustre con exposición subaérea

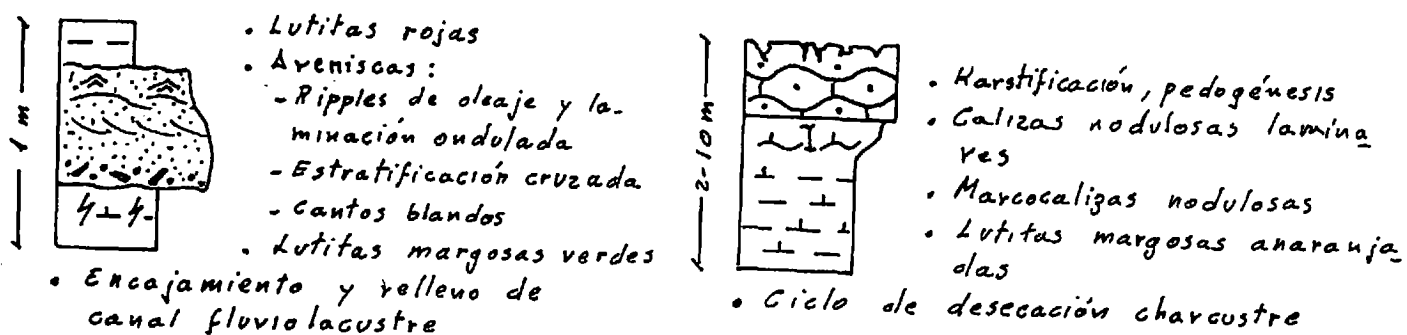
UNIDAD IV

Esta representada por facies lacustre proximales, palustres y charcustras. La parte inferior incluye mayoritariamente depósitos terrígenos fluviolacustres y facies charcustras. Los términos superiores corresponden a las facies Páramo y están constituidos por niveles de calizas separados por intercalaciones margosas.

FACIES DE LAS CUESTAS Y CALIZAS DEL PARAMO

Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas rojas	Bioturbación	Fluviolacustre
Areniscas rojizas	Cantos blados, estratificación cruzada.	Canales fluviolacustres
	Ripples de oleaje	
Margas blancas	Ostrácodos	Lacustre proximal
Margas calcáreas nodulosas	Rasgos pedogénicos	Lacustre-charcustras
Lutitas margosas anaranjadas	Biturbación	Charcustras
Calizas arenosas perforadas	Karstificación, perforaciones de juncáceas, oxidaciones. Algas intraclastos, peloides.	Charcustras con exposición subaérea.
Calizas micríticas o margosas	Ostrácodos, gasterópodos	Lacustre proximal
Calizas con perforaciones	Huellas de juncáceas, karstificaciones	Lacustre proximal con exposición subaérea.

TIPOS DE SECUENCIAS



CICLOS DE RETRACCION LACUSTRE

