



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

HOJA DE MONTORIO

167 (19-9)

INFORME SEDIMENTOLOGICO



**INFORME SEDIMENTOLOGICO**  
**MONTORIO Nº 167 (19-9)**

## INDICE

### 1. MESOZOICO

- 1.1. Introducción
- 1.2. Triásico. Facies Keuper
- 1.3. Lías superior
  - 1.3.1. Tramo inferior
  - 1.3.2. Tramo intermedio
  - 1.3.3. Tramo superior
- 1.4. Lías superior (Sinemuriense superior a Aalenense)
- 1.5. Bajociense
- 1.6. Bathoniense-Calloviense
- 1.7. Facies Purbeck (Malm-Valanginiense inferior)
- 1.8. Facies Weald (Grupo Pas, Valanginiense-Aptiense inferior)
- 1.9. Aptiense-Albiense inferior
- 1.10. Facies Utrillas (Albiense-Cenomaniense inferior)
- 1.11. Cenomaniense-Turonense inferior
- 1.12. Turonense-Coniaciense
- 1.13. Santoniense
- 1.14. Campaniense

### 2. Terciario

- 2.1. Introducción
- 2.2. Terciario de la Cuenca del Duero
  - 2.2.1. ¿Oligoceno?-Ageniense
  - 2.2.2. Orleaniense-Astaraciense basal. Facies Dueñas
    - 2.2.2.1. Ciclos de carbonatación
    - 2.2.2.2. Depósitos de gravedad

**2.2.3. Ciclo Astaraciense-Vallesiense. Facies Alar del Rey, Grijalba-Villadiego, Las Cuestas, y las Calizas del Páramo**

**2.2.3.1. Facies Alar del Rey**

**2.2.3.2. Facies Grijalba-Villadiego**

**2.2.3.3. Facies Cuestas'**

**2.2.3.4. Calizas del Páramo**

**2.3. Terciario de la Bureba**

**2.3.1. Orla media**

**2.3.2. Orla distal-frente proximal y medio**

**2.3.3. Frente distal-Franja perilacustre**

**2.3.4. Contextos lacustres marginales y palustres**

**2.3.4.1. Ciclos de oxidación-reducción**

**2.3.4.2. Ciclos de carbonatación**

## 1. MESOZOICO

### 1.1. INTRODUCCION

El Mesozoico en la Hoja de Montorio abarca desde el Triásico superior hasta el Campaniense.

El Keuper aflora en facies arcillosas y evaporíticas. Se superpone una serie esencialmente dolomítica propia de ambientes supra, inter, y submareales cuyos términos inferiores pueden incluir en parte al Triásico terminal. El resto del Jurásico marino está constituido por una alternancia rítmica margocalcárea que abarca desde el Sinemuriense superior hasta el Calloviense. Se enmarca en un contexto de plataforma exterior restringida e intercala un tramo de barras intraclásticas y bioclásticas con biohermos de esponjas al que se asigna una edad Bajociense.

Las Facies Purbeck, se disponen discordantes sobre distintos términos del Jurásico marino. Están representadas por depósitos fluvioaluviales y lacustres.

Las Facies Weald tienen una edad acotada entre el Valanginiense y el Aptiense inferior. Están compuestas esencialmente por depósitos terrígenos fluviales y equivalen al Grupo Pas.

Seguidamente se superpone una nueva unidad constituida por facies fluviales del Aptiense-Albiense inferior.

Las Facies utrillas están formadas esencialmente por conglomerados y arenas caoliníferas que configuran el relleno de canales fluviales de tipo "braided". La parte alta de este ciclo está representada por canales meandriformes, y pasa gradualmente a facies mixtas asimilables a un complejo deltaico, de edad Cenomaniense-Turonense.

El resto del Cretácico superior caracteriza el relieve en mesas típico de la región. Está constituido por grandes barras calcáreas separadas por tramos

esencialmente margosos.

La primera barra calcárea presenta grandes diferencias de espesor, es en general bastante bioclástica y se considera de edad Turoniense-Coniaciense.

Se superpone un intervalo margoso de espesor constante que alterna en la parte baja con biocalcarenitas y en la mitad superior con calizas margosas. Representa la máxima transgresión marina del Cretácico superior, que en esta zona se realiza en el Santoniense.

La segunda barra calcárea se sitúa también en el Santoniense y se caracteriza por incluir abundantes construcciones de Rudistas.

El Campaniense está compuesto por facies calcáreas y margocalcáreas de plataforma somera e incorpora compejos de barras de media energía que constituyen el último resalte del Cretácico superior en la Hoja.

#### 1.2. TRIASICO. Facies Keuper

La mala calidad de los afloramientos y la intensa deformación a que se encuentra sometido el Keuper impide realizar notables precisiones sobre los aspectos sedimentológicos y estratigráficos. Está constituido por facies arcillosas que se organizan en ciclos de oxidación-reducción de espesor métrico. Los términos inferiores están formados por arcillas margosas verdes y versicolores en ocasiones yesíferas, correspondiendo al intervalo de reducción. Los términos superiores están constituidos por arcillas rojas bioturbadas. Pueden incluir niveles delgados de areniscas de grano fino y limos.

La unidad se enmarca en un contexto lagunar a llanura fangosa circunlitoral asociada a medios hipersalinos.

#### 1.3. LIAS SUPERIOR

Generalmente se encuentra en contacto mecánico con el Keuper y puede dividirse en tres tramos. El tramo inferior no está siempre presente ya sea

por razones estructurales o bien por la superficie de truncación erosional desarrollada en la base del siguiente tramo (ROBLES et al., 1988), y está compuesto por calizas dolomíticas y masivas. El intermedio lo forma un conjunto de brechas dolomíticas y carniolas, y el superior presenta una mayor diversidad litológica alternando barras dolomíticas, carniolas y calizas.

#### 1.3.1. Tramo inferior

Pese a no haber sido reconocido en columna, se supone su existencia puntual en la Hoja ya que está presente en sectores muy cercanos.

Las facies de baja energía están representadas por "mudstones" dolomíticos con laminado de origen algal y en ocasiones estromatolitos dómicos de tamaño centimétrico. Se sitúan en las partes inferiores de ciclos negativos cuyo espesor oscila entre 4 y 12 m. Los términos inferiores de los ciclos están formados por calizas dolomíticas tableadas con "ripples" de oleaje y ocasionalmente "hummocky cross stratification". Presentan texturas "packstone". Los términos superiores son más masivos, se trata de "packstone-grainstones" frecuentemente recristalizados. Ocasionalmente se observa estratificación cruzada planar y de tipo "hummocky".

Se interpreta como un complejo de barras litorales enclavadas en una ambiente intermareal-submareal. Los términos de baja energía se situarían en áreas protegidas por las barras.

Su edad no se conoce con seguridad. Puede abarcar en parte el Rethiense y ser equivalente a la Fm. Dolomías de Imón que caracteriza el Triásico terminal. En el presente informe se opta por ampliar cronológicamente los límites de la unidad extendiéndola desde el Rethiense al Hettangiense inferior.

### **1.3.2. Tramo intermedio**

Está constituido por dolomías brechoides, carniolas y dolomías laminadas. La recristalización afecta a todo el conjunto borrando en muchos casos la textura original.

Las dolomías brechoides se disponen en bancos de espesor métrico. Presentan superficies de estratificación discontinuas, irregulares y difusas.

El término "carniola" se reserva en este caso para las dolomías oquerosas no brechoides con presuntos moldes de sales.

Las dolomías laminadas se encuentran en bancos de potencia comprendida en 0,5 y 2 m. El laminado es discontinuo y muchas veces desaparece por recristalización. Se le atribuye un origen algal.

Este conjunto se enmarca en un contexto de llanura costera salina de tipo "sebka" supramareal.

(CIRY 1940) cita la presencia en San Pedro de Becerril de *Isocyprina germani* (Dunker) que marca una edad Hettangiense.

### **1.3.3. Tramo superior**

En la parte inferior y media, se desarrollan secuencias negativas de espesores comprendidos entre 3 y 9 m. "wackestones" dolomíticos en la base y "packstones" recristalizados a techo. La dolomitización y recristalización obliteran las estructuras primarias, se deduce no obstante un ambiente de plataforma de alta energía con desarrollo de un complejo de "shoals" para estos depósitos.

Serían equivalentes al complejo de bancos oolíticos que alcanza una potencia de hasta 40 m. en la Hoja de Villadiego y al que RAMIREZ DEL POZO (1971), atribuye una edad Sinemuriense inferior a medio.



La parte superior del tramo incluye dolomías laminadas y carniolas que se enmarcarían en un contexto supramareal-intermareal salino con desarrollo esporádico de tapices algales.

La unidad termina con un nivel de "packstones-grainstones" dolomíticos muy recrystalizados que desarrolla una importante superficie ferruginosa a techo. Sería equivalente a los intervalos tableados superiores de Hojas vecinas y constituye un relevante episodio de sedimentación condensada registrado en el Sinemuriense medio (RAMIREZ DEL POZO, 1971).

#### ANALISIS SECUENCIAL DE LAS FACIES KEUPER Y LIAS INFERIOR

La reducida continuidad de las series del Keuper impide realizar un estudio secuencial riguroso. El primer tramo de dolomías tableadas debería incluirse sea cual sea su edad en la macrosecuencia del Trías superior. El conjunto del Trías superior puede ser equivalente a la unidad transgresiva del K2 - Dolomías de Imón propuesta por ORTÍ (1982-83) en el levante español. La sucesión facies arcillosas de ambientes lagunares y continentales en la base, yesos de litoral hipersalino de media energía, y barras inter-submareales a techo, representa en conjunto una transgresión marina.

ROBLES et al. (1988) y PUJALTE et al. (1988), ponen de manifiesto una superficie de truncación erosional en la base del tramo de dolomías brechoides y carniolas. Esta superficie constituiría la base del sistema sedimentario de plataforma somera del Lías inferior propuesto por estos autores.

En el presente informe se divide a este sistema en tres unidades deposicionales menores. La primera corresponde el tramo de dolomías brechoides y carniolas. La segunda está representada por los términos inferiores de barras dolomíticas dentro del tramo superior. Esta unidad estaría limitada a techo por el intervalo de dolomías laminadas carniólicas que evidencian una somerización brusca. La unidad superior terminaría con la sedimentación condensada puesta de manifiesto por el "hard ground" del Sinemuriense medio-superior.

#### 1.4. LIAS SUPERIOR (Sinemuriense superior a Aalenense)

Está formado por una potente sucesión normalmente rítmica de margas y calizas margosas. Las capas de margocalizas tienen una potencia comprendida 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 "wackstone-packstone" y desarrollo ocasional 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 fosilífero, contiene abundantes ammonoideos, nautiloideos, braquiópodos, pectínidos, belemnites, crinoideos, equínidos, ostreidos, foraminíferos, algas pelágicas y radiolarios. 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 Lotharingense-Aalenense para este conjunto.

Estos materiales se sitúan en un ambiente de plataforma abierta de muy baja energía y sedimentación restringida. 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 para todo el conjunto.

La potencia de esta unidad está comprendida entre 60 y 80 m. y aumenta hacia el Norte. Esta circunstancia implica la existencia de áreas de alto relativo en los sectores meridionales. La zona de surco se encuentra fuera de Hoja, en el sector del Puerto del Pozazal donde el Lías alcanza espesores de varios cientos de metros.

La escasez de estructuras tractivas es propia de un medio de muy baja energía y se asocia en este caso a un momento de "high stand" relativo.

### ANALISIS 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 et al. (1988), PUJALTE et al. (1988) y BRAGA et al. (1988.) en la Cuenca-Vaco-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.

#### 1.5. BAJOCIENSE

Se trata de un conjunto esencialmente calcáreo y de escasa potencia. El espesor de esta unidad supera los 50 m. Se diferencian dos barras calcáreas amalgamadas.

Están constituidas por "wackstones" y "packstones" intraclásticos y presentan gran variedad de componentes aloquímicos. Entre los más frecuentes, además de los intraclastos, están los bioclastos y ooides. Pueden presentar estratificación cruzada de muy gran escala asimilable a procesos de progradación de las barras. Un rasgo característico de esta unidad es la presencia de esponjas. Aunque las construcciones de poríferos se encuentran muy destruidas por reabajamientos, se observan localmente individuos en posición de vida y pequeños montículos de esponjas. La fauna es muy abundante, además de las esponjas se reconocen cefalópodos, braquiópodos, bivalvos, equinodermos, corales, gasterópodos y foraminíferos.

La unidad se enmarca en un contexto de plataforma exterior con desarrollo de barras de media a alta energía.

Los episodios de retrabajamiento se asocian a procesos originados por tormentas. Están reflejados por el desmantelamiento generalizado de las construcciones de espongiarios, y la abundancia de intraclastos y otros aloquímicos.

### ANALISIS SECUENCIAL

El límite inferior de la unidad deposicional del Bajociense está marcado por la discontinuidad Aalenense que tiene un carácter de episodio de sedimentación condensada. El límite superior constituye una importante ruptura sedimentaria puesta de manifiesto en las cercanías de Aguilar por la aparición de depósitos conglomerático-arenosos. Este dato contradice la hipótesis defendida por PUJALTE et al (1988) que explican el fin del desarrollo de las barras bajocienses con esponjas por una profundización progresiva.

#### 1.6. BATHONIENSE - CALLOVIENSE

Presenta en general un notable parecido con la serie rítmica del Lías superior. Se diferencia por un mayor desarrollo de calizas y un menor contenido faunístico.

La unidad está constituida por ciclos estratocrecientes de potencia decamétrica. En los tramos inferiores de estos ciclos dominan las margas sobre las calizas. Las alternancias de los términos inferiores e intermedios pasan gradualmente hacia techo a calizas tableadas disminuyendo notablemente el contenido en margas. Los ciclos acaban con una superficie ferruginosa asimilada a procesos de "hard-ground".

Las capas de caliza incluidas en los tramos de alternancias tienen potencias comprendidas entre 10 y 50 cm., presentan texturas "wackstone-mudstone" con bioclastos dispersos y raramente "pellets". Se encuentran bastante bioturbadas. Los tramos de calizas tableadas muestran texturas tipo

"packstone-wackstone" 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, ammonioideos y nautiloideos.

Esta unidad ha sido interpretada por ROBLES et al (1988) y PUJALTE et al (1988), como correspondiente a un ambiente pelágico. Según estos autores, los sectores más subsidentes y las facies más profundas se sitúan en áreas más septentrionales, afirmación respaldada por un notable aumento de potencia y aparición de facies anóxicas.

Se enmarca en un contexto de plataforma abierta con sedimentación restringida y algo más energética que la del Lías superior.

#### 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.

El límite inferior está marcado por el desarrollo de costras ferruginosas a techo de las barras bajocienses de esponjas. Representa un momento de sedimentación sintética y probablemente está asociado a una bajada relativa del nivel del mar evidenciada en las cercanías de Aguilar de Campóo (Hoja de Prádanos de Ojeda) por la presencia de materiales terrígenos groseros.

El límite superior está reflejado por una clara discordancia erosiva acompañada de una emersión prolongada, puesta de manifiesto por la rubefacción y karstificación de las calizas y desarrollo de suelos.

1.7. FACIES PURBECK (Malm - Valanginiense inferior)

Muy erosionada por el carácter fuertemente discordante de las unidades superiores, esta unidad está constituida por conglomerados, areniscas y lutitas que alcanzan un mayor desarrollo en la parte baja, y calizas lacustres bien representadas a techo.

Los niveles conglomerático-areniscosos presentan morfologías canalizadas con abundantes cicatrices internas. Incluyen estratificación cruzada, planar y en surco y excepcionalmente "climbing ripples". Coexisten 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 y presentan una buena cementación, con un porcentaje bajo de matriz, siendo ésta, de naturaleza cuarcítica y grano grueso. Son muy frecuentes los cantos de calizas rubefactadas, fenómeno que les confiere una tonalidad rojiza. 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 areniscoso-conglomeráticos tienen potencias comprendidas entre 0,5 y 2 m aunque pueden presentar mayores espesores debido a amalgamaciones.

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 areniscoso-conglomeráticos y lutitas rojas se relaciona con 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 configuraciones rectas y de baja sinuosidad para los canales.

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 edafización. El desarrollo de suelos lateríticos implica un clima tropical-subtropical.

Las facies calcáreas han sido reconocidas principalmente en la parte alta de la unidad. Texturalmente dominan los "wackestones" con algas e intraclastos aunque son frecuentes los "packstones" 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, estromatactis, cavidades, vacuolas, etc.).

Los restos fósiles indican un medio dulceacuícola, se encuentran ostrácodos de concha fina, talos de caráceas y oogonios de carófitas.

Las calizas del Purbeck se enmarcan 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 "packstone" a "rudstone" intraclástico con abundantes algas en áreas marginales de mayor energía y más sensibles a las oscilaciones de nivel del lago.

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 Campóo, asignando la mayor parte del conjunto al Berriasiense y extendiendo el techo del mismo al Valanginiense inferior.

### ANÁLISIS SECUENCIAL

La representación parcial de las Facies Purbeck impide realizar un análisis completo. El tramo basal terrígeno constituye un período de compensación de relieves por aparatos fluvioaluviales. El intervalo calcáreo se desarrolla una vez homogeneizado el relieve y se relaciona con un área lacustre relativamente estable y extensa.

Las Facies Purbeck constituyen una importante unidad secuencial limitada a techo por la discordancia de base de las Facies Weald.

#### 1.8. FACIES WEALD (Grupo Pas, Valanginiense-Aptiense inferior)

Están constituidas por depósitos terrígenos pertenecientes a sistemas fluvioaluviales. Pese a su gran potencia, (superior a 400 m.) pueden realizarse pocas observaciones de detalle ya que la unidad se encuentra muy recubierta.

Las areniscas y conglomerados suelen organizarse en secuencias de relleno propias de canales de baja sinuosidad.

Los canales "braided" incluyen "sets" conglomeráticos de láminas cruzadas cuyos contactos ponen de manifiesto la existencia de canales menores imbricados. Las estructuras más frecuentes en los paleocauces de baja sinuosidad son estratificación cruzada planar y en surco, y deformación hidroplástica.

Los depósitos propios de canales meandriformes son escasos. Presentan las características propias de barras de meandro puestas de manifiesto por superficies de acreción lateral, láminas ascendentes de estratificación cruzada y "climbing ripples".



Las areniscas están en general bien cementadas con elevado grado de madurez y frecuentemente presentan carácter ferruginoso. El tamaño de grano es muy variable.

Los tramos pelíticos están muy recubiertos. Se distinguen arcillas rojas y lutitas margosas verdes y versicolores organizadas en ciclos de oxidación-reducción. Suelen presentar procesos lateríticos a techo y en los términos reductores pueden preservarse restos carbonosos.

Raramente se reconocen intervalos de lutitas rojas con escasos depósitos arenosos de desbordamiento que puedan asimilarse a facies de llanura de inundación en sentido estricto.

La edad de las Facies Weald en la zona se acota por las dataciones efectuadas por las unidades que las limitan estando comprendida entre el Valanginiense y el Aptiense.

### ANALISIS SECUENCIAL

El carácter discordante de la base del grupo constituye un excelente límite secuencial.

Los recubrimientos impiden realizar un análisis de mayor detalle y subdividir secuencialmente a esta unidad.

El límite superior está marcado por la discordancia fuertemente erosiva de la unidad suprayacente.

#### 1.9. APTIENSE-ALBIENSE INFERIOR

Se trata de una potente sucesión constituida principalmente por conglomerados cuarcíticos y areniscas poco cementadas. Los conglomerados muestran soporte elástico y media a buena selección. Los cantos están bien rodados y los diámetros oscilan entre 1 y 10 cm.

Las areniscas muestran grados de cementación bajos y el tamaño de grano medio es el predominante.

La configuración más abundante de los paleocauces es la de tipo "braided". Las secuencias de relleno de los paleocanales es muy compleja con desarrollo de barras de gravas, "sets" tabulares de arenisca, "cosets" de estratificación cruzada que representan las formas menores del lecho, superficies erosivas que configuran secuencias de canales imbricados, y en otros casos incisión de canales menores sobre barras.

Los depósitos asimilables a ríos sinuosos son menos frecuentes, predominantemente arenosos, muestran superficies de acreción lateral, "cosets" de "climbing ripples" y ocasionalmente deformación hidroplástica.

Las facies pelíticas son poco abundantes y de escasa potencia. Están compuestas por lutitas rojizas y limos arcillosos ocreos. Los depósitos de desbordamiento tienen muy poca representación. Se diferencian algunos delgados niveles de "cosets de ripples" con escapes de fluidos asimilados a depósitos de "overbank" y excepcionalmente se observan facies de "crevasse-splay" representadas por capas tabulares de arena fina con gradación incipiente.

Las medidas de paleocorrientes muestran cierta dispersión en las direcciones de aporte. En general están dirigidas hacia el N, NE y NO.

#### ANÁLISIS SECUENCIAL

El ciclo Aptiense-Albiense inferior ha sido correlacionado con la Fm. Escucha (AGUILAR et al. 1961). Constituye en esta zona una megasecuencia deposicional compuesta por subunidades de orden menor. El carácter fuertemente energético de los términos inferiores de la Unidad dificulta la separación de subunidades. En la zona del Pantano del Ebro se han encontrado varios niveles de calizas con rudistas que permiten acotar la edad de la unidad entre el Aptiense y el Albiense inferior. El límite inferior es muy evidente debido al carácter fuertemente discordante y erosivo de la base de la unidad, y el superior está marcado por la aparición de las facies Utrillas.

1.10. FACIES UTRILLAS (Albiense-Cenomaniense inferior)

Esta unidad está constituida principalmente por conglomerados cuarcíticos y arenas caoliníferas que le confieren una tonalidad blanquecino-amarillenta característica. El grado de cementación es muy bajo para todo el conjunto y los cantos están bien rodados, con diámetros comprendidos entre 1 y 12 cm.

Presenta un predominio de canales de baja sinuosidad. Las secuencias de relleno indican configuraciones preferentes de tipo "braided" con desarrollo de barras de gravas, incisiones internas, "sets" tabulares con numerosas superficies de reactivación y "cosets" de estratificación cruzada en arenas que representan las formas menores del lecho. Los tramos rectos de canales muestran una organización mucho menos compleja en su relleno constituida por uno o varios "sets" o "cosets" tabulares de estratificación cruzada.

La proporción de niveles lutíticos es muy baja en toda la unidad. En general se trata de lutitas limosas ocre y rojizas y de limos caoliníferos de grano fino. Excepcionalmente se han reconocido limos carbonosos que constituyen efímeros encharcamientos vegetados situados en la llanura aluvial.

Los últimos 50 m. de la unidad están constituidos principalmente por arenas con mayor grado de cementación y de carácter ferruginoso que se observa en el campo por una coloración parda. El estudio de los paleocanales indica una configuración meandriforme. Se reconoce por las superficies de acreción lateral y presencia de láminas ascendentes de "sets" y "cosets" de estratificación cruzada de mediana y pequeña escala. Son muy abundantes los restos de troncos limonitizados.

El contacto entre los dos tramos diferenciados en base al distinto tipo de configuración de los paleocanales, se reconoce por la existencia de limos carbonosos y desarrollo de suelos calcimorfos.

Los depósitos de desbordamiento se encuentran unicamente en el tramo superior de paleocauces meandriformes. Se diferencian facies de

"overbanck" con "ripples" y lóbulos de tipo "crevasse-splay" sin estructuras internas.

Las paleocorrientes tomadas sobre los paleocanales "braided" se dirigen hacia el N y NO. Las direcciones medidas en el intervalo superior de paleocauces meandriformes muestran una notable dispersión como consecuencia de la alta sinuosidad. No obstante las medidas más frecuentes apuntan hacia el NO.

#### 1.11. CENOMANIENSE-TURONIENSE INFERIOR

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. Está constituida por margas limosas carbonosas, areniscas, calcarenitas y calizas nodulosas, arenosas y bioclásticas.

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 cementadas y contienen 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 y nodulosas muy bioturbadas.

Bancos de 0,5 a 1,5 m. de calizas arenosas y calcarenitas con base plana y techo ondulado. Tienen base neta, fragmentos de carbón, estratificación cruzada tangencial en la base, estratificación "hummocky & swalley", y "ripples" de oleaje.

Ambos casos presentan texturas "packstone-grainstone" con cemento esparítico. 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.

La potencia de esta unidad oscila entre 70 y 150 m. Las series de menor potencia se encuentran en los sectores meridionales y se interpretan como zonas más marginales de la cuenca Vasco-Cantábica durante el Cretácico superior.

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 tramos areniscosos más superiores todas las estructuras están producidas por mareas. Las facies margo-limosas presentan estratificación "linsen" y en menor proporción "flasher" y "wavy". Se interpretan como depósitos intermareales en zonas no canalizadas. Los restos carbonosos están resedimentados 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.

Los restos fósiles son muy abundantes en las facies margosas y calcáreas. Se encuentran equínidos, ostreidos y otros bivalvos, gasterópodos, escafópodos, braquiópodos, crustáceos, anélidos, briozoos, corales, foraminíferos y algas.

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 NO coincidiendo con las correspondientes a los canales fluviales de las facies Utrillas.

Las paleocorrientes dirigidas 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.

#### 1.12. TURONIENSE - CONIACIENSE

Constituye la primera gran barra calcárea del Cretácico Superior y forma el primer resalte morfológico de la mayoría de las mesas. Está formado por calizas, en ocasiones dolomíticas, configurando ciclos negativos de potencia comprendida entre 1 y 8 m., compuestos por calizas nodulosas y de 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-packstones" con cemento esparítico siendo los miliólidos los componentes principales. Frecuentemente presentan estratificación cruzada de mediana y muy gran escala y laminación "ripple". A techo de los ciclos se desarrollan superficies ferruginosas. Localmente aparecen construcciones de rudistas retrabajadas a techo.

En la parte alta de esta unidad se encuentran calizas arenosas muy bioclásticas y bastante ferruginosas. Presentan texturas "packstone-grainstone"

con cemento esparítico. Contienen intraclastos y peloides, granos de cuarzo dispersos y los restos fósiles pertenecen a equínidos, briozoos, ostreidos, corales, miliólidos y gasterópodos.

Las secuencias negativas se interpretan como ciclos de somerización característicos de "shoals". La nodulización de los "wackestones" basales se atribuye a fenómenos de bioturbación. Los términos superiores evidencian un contexto de mayor energía en un medio submareal a "offshore".

En conjunto esta unidad se enmarca en un complejo de barras de plataforma de tipo "shoal" que protegen zonas en las que la menor energía permite el desarrollo local de construcciones de rudistas. La presencia a techo de calizas arenosas y calcarenitas pone de manifiesto un cambio ambiental a condiciones más energéticas.

Las paleocorrientes muestran criterios de bimodalidad propios de regímenes submareales, no obstante dominan las medidas dirigidas hacia el O y NO.

#### 1.13. SANTONIENSE

Se diferencian dos tramos. El inferior es predominantemente margoso y el superior está constituido por un potente paquete calcáreo.

El tramo margoso tiene una potencia comprendida entre 80 y 100 m. Se divide a su vez en dos intervalos.

El intervalo inferior está compuesto por una alternancia entre margas y calcarenitas. Los niveles calcareníticos tienen potencias de orden centimétrico a decimétrico y pueden presentar aspecto noduloso o conservarse estructuras de tipo "hummocky cross stratification" y "wave ripples". Muestran texturas "grainstone-packstone" con abundantes granos de cuarzo y glauconita, intraclastos, peloides y bioclastos. Localmente aparecen capas de areniscas ferruginosas con estratificación cruzada y "ripples".

El intervalo superior presenta una mayor proporción de margas. Estas, alternan con calizas margosas y esporádicamente calcarenitas nodulosas. Los niveles de calizas margosas presentan texturas "wackestone" con bioclastos y glauconita como componentes principales. Su espesor oscila entre 5 y 30 cm. y están afectados por bioturbación.

La fauna es muy abundante en todo el tramo margoso. Se encuentran numerosos ammonoideos, nautilodeos, briozoos, braquiópodos, rudistas, corales, erinoideos, equínidos y foraminíferos.

Se enmarca en un ambiente de plataforma abierta dominada por tormentas durante el intervalo inferior y de muy baja energía por debajo de la influencia de las tormentas para el superior. La inexistencia de depósitos desorganizados propios de contextos de talud induce a considerar un modelo de plataforma en rampa.

El tramo calcáreo superior presenta un contacto transicional con la unidad infrayacente. Muestra un notable parecido con la barra Turoniense, está representado por ciclos de somerización de potencias comprendidas entre 1 y 12 m. Los términos inferiores están constituidos 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 miliólidos, los términos superiores son "packstones-grainstones" bastante recrystalizados con fragmentos de bivalvos y muy abundantes miliólidos. Son frecuentes las estructuras tractivas y están representadas por estratificación cruzada de media a muy gran escala, "hummocky cross stratification" y "ripples" de oscilación. Incluye intermitentemente "boundstones" de hippurítidos y se interpreta como un complejo de "shoals" que protege zonas con desarrollo de construcciones de rudistas. La potencia de este tramo alcanza los 90 m.

El techo de la unidad está caracterizado por procesos de dolomitización generalizados, anormal desarrollo de costras ferruginosas y aparición local de facies calcareníticas.

Las paleocorrientes tomadas se dirigen principalmente hacia el NO.



#### 1.14. CAMPANIENSE

Constituye la unidad más alta del Cretácico superior presente en la Hoja. Está formado por calizas dolomíticas, calizas margosas y nodulosas y localmente margas.

La litología dominante la constituyen las calizas nodulosas. Presentan texturas "wackestone-mudstone" frecuentemente margosos. El origen de la nodulización se asimila a procesos de bioturbación.

Las facies margosas se encuentran intermitentemente en la parte baja de la unidad. Se trata de margas calcáreas de color beige y están afectadas por bioturbación.

Estas dos facies se enmarcan en una plataforma somera de baja energía.

Las facies de media a alta energía están constituidas por calizas dolomíticas organizadas en secuencias negativas de orden métrico. Las partes inferiores de las secuencias desarrollan "wackestones" ondulados y los términos superiores son "packstones" dolomíticos en los que se aprecian laminaciones cruzadas. Se asimilan a barras de tipo "shoal" desarrolladas en una plataforma de baja a media energía.

Toda la unidad se encuentra bastante afectada por procesos de dolomitización.

## ANALISIS SECUENCIAL DE LAS FACIES UTRILLAS Y CRETACICO SUPERIOR

Las facies Utrillas y Cretácico superior constituyen en conjunto un megaciclo sedimentario transgresivo-regresivo. El límite inferior viene fuertemente marcado por la base erosiva de las facies Utrillas. Estas desarrollan un sistema aluvial con incisión de canales de configuración "braided" que termina con la instalación de horizontes edáficos. La parte superior de las facies Utrillas se instala sobre este tramo de suelos, se reconoce por la alta sinuosidad de los paleocanales y grada transicionalmente a depósitos de estuario.

El complejo estuarino tiene una edad Cenomaniense-Turonense y se caracteriza por mostrar una alternancia entre facies calcareníticas que representan episodios transgresivos y depósitos margoarenosos principalmente intermareales asimilados a progradaciones deltaicas. Presenta un tránsito gradual a la barra calcárea Turonense-Coniacense que se ha interpretado como el resultado de un complejo de "shoals" transgresivo sobre los depósitos de estuario. A techo se reconocen facies calcareníticas y ferruginosas que representan un episodio de sedimentación condensada. Corresponden a la ruptura Coniacense puesta de manifiesto por la mayoría de autores que han trabajado en el Cretácico superior peninsular.

El intervalo margoso del Santoniense se enmarca en un contexto de plataforma abierta distal y supone el máximo transgresivo del Cretácico superior en la zona.

La barra calcárea del Santoniense se asocia con el principio de la regresión finicretácica evidenciada por la superposición de un sistema de complejos amalgamados de "shoals" submareales sobre margas de plataforma distal.

En el Campaniense continúan las condiciones somerizantes con la instalación intermitente de barras en plataforma somera y desarrollo de depósitos de baja energía.

Las transgresiones marinas se realizaron en sentido NNO a SSE procedentes del Golfo de Vizcaya. La cuenca estaba delimitada al O por las estribaciones orientales del Macizo Hespérico y el E por el del Ebro que encontraba su prolongación nororiental en la Sierra de la Demanda. El estudio de paleocorrientes y los cambios de facies y espesor ponen de manifiesto esta organización paleogeográfica. Las series del Cenomaniense y Turoniense disminuyen de potencia hacia el Sur, desarrollándose facies más litorales. Las paleocorrientes se dirigen predominantemente hacia mar abierto (NNO). Los cambios de facies son muy evidentes en cortes NE-SO, perpendiculares a las principales estructuras, presentando mucho mayor homogeneidad sedimentológica las correlaciones paralelas a las estructuras. Esta circunstancia sugiere un control estructural directo sobre la sedimentación poniendo en evidencia una organización en surcos y umbrales que se prolongan en dirección NNO-SSE.

La división del conjunto del Cretácico superior y facies Utrillas en secuencias deposicionales resulta compleja y requiere un estudio mucho más detallado. No obstante se presenta a continuación una relación de contactos entre unidades informales que pueden corresponder a límites secuenciales, exponiendo los criterios que permiten diferenciarlos. Se destacan las discontinuidades sedimentarias que se consideran de mayor importancia sin realizar no obstante un estudio riguroso del rango de las distintas rupturas.

#### **D1. Base de las facies Utrillas**

Constituye el límite inferior de la megasecuencia transgresiva del Albiense-Cretácico superior. Su carácter discordante y erosivo permite diferenciarla como una importante ruptura de orden mayor.

#### **D2. Parte superior de las facies Utrillas**

Se trata del contacto existente entre el intervalo de suelos calcimorfos con el que termina el desarrollo de paleocanales de tipo "braided", y el tramo superior de paleocauces meandriformes que pasan transicionalmente a facies estuarinas. La importancia de esta discontinuidad es discutible, no obstante ha sido reconocida y descrita por algunos autores.

### **D3. Intra-Cenomaniense**

Se localiza a techo de un tramo de alternancias entre calcarenitas y margas que constituyen un episodio transgresivo sobre facies fluviomareales y depósitos carbonosos. La discontinuidad está marcada por la aparición brusca de facies terrígenas propias de ambientes intermareales que representan la progradación de la llanura mareal sobre los depósitos calcareníticos submareales y de "offshore" dominado por tormentas.

### **D4. Cenomaniense-Turonense**

Presenta unas características muy similares a la discontinuidad intra-Cenomaniense. marca el límite entre el Cenomaniense y el Turonense, que pasa transicionalmente a la primera barra calcárea de edad Turonense-Coniaciense.

### **D5. Techo de la barra calcárea del Turonense-Coniaciense**

Constituye un buen nivel de correlación a partir del cual empiezan a homogeneizarse las potencias de las unidades suprayacentes. Se reconoce por la aparición de niveles calcareníticos ferruginosos que se asimilan a un episodio de sedimentación sintética.

Esta discontinuidad puede tener bastante importancia y parece equivaler a la ruptura Coniaciense producida por fenómenos regresivos y reconocida por numerosos autores en muy diversas áreas.

### **D6. Intra-Santoniense**

En afloramientos de excepcional calidad se diferencian dos tramos dentro de la unidad margosa santoniense. El inferior incluye abundantes niveles calcareníticos e incluso areniscosos interpretados como "storm sand layers". El tramo superior se asocia al máximo transgresivo y la sedimentación se realiza por debajo del límite de las tormentas. El contacto entre ambos tramos es muy neto y puede ser considerado como un

límite secuencial. En sectores muy meridionales aparece un complejo de barras bioclásticas cuya asociación faunística coincide con la descrita para la unidad margosa del Santoniense y se considera equivalente a tramo inferior de alternancia con calcarenitas.

#### **D7. Techo de la barra calcárea Santoniense**

Supone también un buen nivel de correlación. El contacto con el tramo de margas santonienses parece tener carácter transicional. La discontinuidad está caracterizada por el desarrollo de dolomías y costras ferruginosas a techo, y localmente la aparición de facies calcareníticas. Otro criterio lo constituye el desarrollo de facies de plataforma somera campanienses o santonienses terminales sobre el complejo de "shoals" submareales de la barra santoniense.

## 2. Terciario

### 2.1. Introducción

El Terciario de la Hoja de Montorio está constituido esencialmente por depósitos aluviales, fluviales y lacustres, del Mioceno. En el extremo suroccidental afloran términos pertenecientes al margen NE de la Cuenca del Duero. Se distinguen dos ciclos miocenos. El inferior tiene una edad de Orleaniense-Astaraciense basal y corresponde a las facies Dueñas. El superior pertenece al Astaraciense-Vallesiense y comprende los tres horizontes clásicos definidos por HERNANDEZ PACHECO (1915), denominados Tierra de Campos, Las Cuestas, y Calizas del Páramo.

Mayor representación cartográfica posee el Terciario de La Bureba. Esta comarca constituye la prolongación nororiental de la Cuenca del Ebro. Estratigráficamente comprende exclusivamente el ciclo inferior equivalente a las facies Dueñas definidas en la cuenca del Duero, con las que existe conexión cartográfica. A diferencia de la cuenca del Duero la representación de este ciclo en la Bureba es prácticamente completa. Se reconocen los depósitos lacustres marginales que pasan hacia el relieve a facies de abanicos fluviales. Estos comprenden indudablemente los términos más bajos del ciclo que son de probable edad Ageniense.

### 2.2. Terciario de la Cuenca del Duero

Los términos más bajos corresponden a depósitos conglomeráticos calcáreos de dudosa posición estratigráfica. Pueden representar los intervalos basales del ciclo de las facies Dueñas o bien corresponder a términos inferiores de edad oligocena. Las facies Dueñas están representadas por depósitos lacustres expansivos y llegan a disponerse directamente encima del Mesozoico.

El intervalo terrígeno basal del ciclo superior está representado, en zonas próximas a los relieves marginales mesozoicos, por facies de abanicos aluviales, y en sectores algo más alejados, por depósitos fluviales asimilables a las facies Grijalba-Villadiego. Las facies Cuestas se enmarcan en contextos

lacustres proximales y no incluyen depósitos yesíferos debido a la cercanía del margen de la cuenca. Las calizas del Páramo representan la etapa terminal del ciclo y están relacionados con procesos de colmatación y retracción lacustre.

#### **2.2.1. ¿Oligoceno?-Ageniense**

Tiene muy poca representación en la Hoja. Aflora exclusivamente en una estrecha franja adosada al Mesozoico hacia el NE de Huérmeces. Su posición estratigráfica resulta francamente dudosa y solo se conoce que están por debajo de los depósitos margocalcáreos de las Facies Dueñas que los fosilizan.

El contacto neto entre las dos unidades mencionadas puede estar relacionado con una discordancia o simplemente por la expansión del área lacustre sobre el margen de cuenca. No se descarta su asignación al Oligoceno, sin embargo, parece algo más coherente su correlación con las partes más bajas de los conglomerados de la Bureba (Facies marginales de Pancorbo) atribuidos al Mioceno inferior (Ageniense). Las características litológicas y sedimentológicas observadas no despejan ninguna de las incógnitas planteadas. Se trata de brechas y conglomerados calcáreos heterométricos con cemento calcáreo y escasa matriz. Se organizan en niveles métricos limitados por cicatrices erosivas discontinuas. Se interpretan como transportes en masa y caracterizan la orla proximal de sistemas aluviales.

#### **2.2.2. Orleaniense-Astaraciense basal. Facies Dueñas**

Está compuesto principalmente por depósitos margosos. En la parte alta desarrolla algunos niveles de calizas que caracterizan los estadios terminales del ciclo en todo el sector nororiental de la cuenca. La unidad termina con un nivel calcáreo carstificado. La abundancia de niveles de calizas está provocada por el carácter extremadamente marginal de la unidad. Una característica particular de las Facies Dueñas en la Hoja es la presencia de niveles de arenas y microconglomerados asociados a depósitos desorganizados e incorporados al lago por gravedad.

Datos procedentes de sondeos realizados en distintos sectores de la cuenca, permiten calcular una potencia cercana a los 500 m. para esta unidad, incluyendo los términos fluviales basales. No se descarta que su parte inferior corresponda a un ciclo más bajo de edad ageniense. El sondeo muestra, para esta unidad, la organización secuencial clásica configurada por facies fluviales en la base que pasan en vertical a una alternancia con margas y arcillas verdosas propia de contextos perilacustres, fluviolacustres, lacustres muy marginales-palustres. Seguidamente se superpone un potente tramo de margas yesíferas y yesoarenitas características de ambientes lacustres centrales. Los términos superiores de esta unidad cortados por el sondeo, son muy similares a los descritos en afloramiento y representan los estadios retractivos terminales del lago.

#### 2.2.2.1. Ciclos de carbonatación

Presentan secuencias negativas compuestas por términos margosos en la base y más calcáreos a techo. Los términos basales están representados por margas grises aparentemente masivas. Los términos superiores pueden estar constituidos por margas calcáreas algo lajosas, margocalizas nodulosas o calizas. Los niveles calcáreos presentan texturas "wackestone" o "mudstone" con escasos peloides, granos de cuarzo, ocasionales Ostrácodos, y Caráceas como aloquímicos. Muestran abundantes rasgos pedogénicos, huellas de raíces, nodulización, en algunos casos enrojecimientos asimilados a procesos de oxidación en régimen prácticamente subaéreo y en otros carstificación.

Se interpretan como secuencias de colmatación generadas por procesos retractivos en contextos palustres y lacustres marginales de baja energía. Reflejan un aumento progresivo en carbonato por disminución de la lámina de agua.

#### 2.2.2.2. Depósitos de gravedad

Están constituidos por niveles decimétricos con base neta y granuclasificación positiva. Generalmente presentan microconglomerados en la base y arenas de grano medio o fino a techo. Los cantos son predominantemente



de cuarzo y están bien rodados. Las arenas son cuarcíticas y la cementación es nula. La matriz muestra caracteres mixtos, es caolinífera y contiene una proporción variable de marga. Se interpretan como depósitos de gravedad procedentes de las Facies Utrillas e incorporados al lago mediante corrientes de turbidez.

En algunas ocasiones se asocian a niveles de "mud-flow" representados por margas con distintos contenidos en arena y cantos dispersos de cuarzo.

### **2.2.3. Ciclo Astaraciense-Vallesiense. Facies Alar del Rey, Grijalba-Villadiego, Las Cuestas, y las Calizas del Páramo**

Las Facies Alar del Rey se encuentran adosadas al Mesozoico y constituyen depósitos de orla media a frente de abanicos aluviales. El máximo progradante de los abanicos coincide con el momento de mayor expansión fluvial, y constituye el intervalo inferior del ciclo.

Los depósitos fluviales han sido asimilados por su posición geográfica a las Facies Grijalba-Villadiego. Las Facies de Las Cuestas reflejan en su parte baja gran cantidad de subambientes enmarcados en contextos lacustres marginales y proximales. La parte media y alta muestra una sedimentación propia de lago oligohalino sin alcanzar, debido a la proximidad del margen, valores muy elevados de salinidad. Las calizas del Páramo representan el regreso a condiciones dulceacuícolas y se relacionan con la etapa reactiva lacustre de colmatación.

#### **2.2.3.1. Facies Alar del Rey**

Afloran en las cercanías de Huérmeces adosadas a los relieves del Mesozoico. Se trata de brechas calcáreas, conglomerados poligénicos, arenas, y lutitas rojas pertenecientes a un sistema de abanicos aluviales. Las brechas se sitúan en la orla media, mientras que los conglomerados poligénicos y las arenas se organizan en secuencias de relleno de canales incididos en lutitas rojas y caracterizan el frente del abanico. En base a la distribución cartográfica de

estos depósitos se deduce un radio de abanico inferior a 5 Km. y un ángulo apical de 120-130°. En los alrededores de Huérmeces no existe conexión con las facies Grijalba-Villadiego debido a su posición a su posición muy lateral respecto al eje principal del sistema. Sin embargo no debe descartarse, en base a esta situación paleogeográfica, el posible carácter tributario de los abanicos aluviales a la red de drenaje fluvial de eje probablemente perpendicular.

### **Conglomerados calcáreos**

Están compuestos 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, están 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 elástico.

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 enmarcan 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 "braided" 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 internas que limitan los distintos episodios de relleno 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.

#### **2.2.3.2. Facies Grijalba-Villadiego**

Están representadas por lutitas rojas y ocreas en las que se encajan canales arenosos. Corresponden al frente distal de abanicos fluviales. Las medidas de las paleocorrientes muestran una notable dispersión. Esta circunstancia puede deberse a la alta sinuosidad de algunos paleocauces o bien a la indentación de sistemas de distinta procedencia. Los términos de arenas gruesas y medias mejor cementadas y de coloración rojiza se asimilan a las Facies Grijalba-Villadiego s.s. y proceden principalmente del NO. Los canales de arenas ocreas muestran configuraciones altamente sinuosas y podrían proceder del Este. Las partes proximales del sistema estarían situadas en el corredor de enlace entre la cuenca del Duero y la Bureba.

En su mayor parte, los canales arenosos y areniscosos 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 muy finas 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 meandriformes**

Generalmente se asocian a depósitos de arenas finas ocreas, mal cementados, 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 meandriformes tienen potencias comprendidas entre 25 y 120 cm., están formadas 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 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 solo "sets" de láminas cruzadas. Se asimilan procesos de "Chute".

Los canales meandriformes 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, intercalados 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 proceso edáficos.

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 desbordamientos de los canales fluviales y otro, generadas por inundaciones a escala de todo el sistema. El segundo proceso explica el volúmen de fangos en el frente distal de los abanicos, implica un caracter 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 subáerea durante periodos 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.

#### 2.2.3.3. Facies Cuestas

Este término se aplica al intervalo margoso comprendido entre la unidad fluvial basal y el paquete calcáreo superior conocido como Calizas del Páramo. Las Facies Cuestas se enmarcan en un ámbito lacustre y muestran gran diversidad de subambientes producto de las oscilaciones de nivel del lago. Esta circunstancia se pone especialmente de manifiesto en la parte baja de la unidad donde alternan calizas palustres, margas bioclásticas de margen lacustre energético y margas verdosas depositadas en contextos lacustres someros. La parte media y alta de las Facies Cuestas es algo más homogénea y presenta un carácter esencialmente margoso. Está compuesta por secuencias de margas grises a margas calcáreas lajosas y ocasionalmente calizas margosas.

Algo menos frecuentes son las margas dolomíticas que intercalan ocasionalmente niveles discontinuos calizas con moldes de yeso. Indican salinidades medias a altas.

#### 2.2.3.4. Calizas del Páramo

Constituyen un paquete calcáreo que corona el intervalo de las Facies Cuestas y que resulta fácilmente distinguible en cartografía por constituir un resalte morfológico. Más difícil resulta su separación de las Facies Cuestas desde un punto de vista sedimentológico dado el carácter transicional del contacto. Localmente se reconocen en sus términos basales facies de media y alta energía. No obstante, dominan las facies propias de medios someros representadas por calizas micríticas con Ostrácodos y Caráceas. La bioturbación por raíces es un fenómeno que afecta a la mayoría de los niveles calcáreos.

La unidad refleja los estadios terminales retractivos de la sedimentación lacustre y marca el final del ciclo.

La retracción de las áreas lacustres se realiza lógicamente de los márgenes al centro de la cuenca, produciendo cuerpos calcáreos aparentemente tabulares pero que a gran escala presentan un sección sigmoidal muy tendida. De esta manera los paquetes calcáreos de las zonas marginales deben equivaler a términos más margosos en las centrales donde las calizas inferiores del Páramo son en consecuencia más modernas.

#### Análisis sedimentológico para las Facies Cuestas y Calizas del Páramo

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, se diferencian, aparte de los depósitos fluviolacustres (no reconocidos en la Hoja), 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 a subaéreo. La franja proximal subacuática registra una diversidad de facies relacionada con el quimismo del agua y la energía el medio. Se diferencian 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 con "ripples" de oleaje, y los de media energía por margas calcáreas bioclásticas. Las facies más profundas están constituidas por margas grises y margas blancas tableadas o lajosas.

Las asociaciones de facies propias de contextos lacustres salinos se encuentran en áreas más 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 microcristales de yeso intersticial 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 tardíos.

El clima condiciona el aporte de terrígenos y aguas dulces a los lagos procedentes de los sistemas fluviales e influye directamente en 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 naturaleza de los depósitos, y en consecuencia de los tipos y asociaciones de facies.

#### **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 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 karstificaciones, 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 son las estructuras más abundantes. Texturalmente se trata de "wackestones" con 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 ha sido expuestas a régimen subaéreo y los contactos entre ambos términos son transicionales.

El origen de la nodulización se asimila a procesos edáficos.

- Lutitas carbonosas

Se trata de capas de potencia comprendida entre 10 y 30 cm. La lutita es aportada en suspensión por los aparatos deltaicos a un margen vetetado 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 generadas 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 a palustre. La diversidad de facies responde a las diferencias de energía del medio y al 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 macrocristales 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 la materia orgánica.

### **- Margas calcáreas**

Constituyen las facies más representativas de los ambientes lacustres 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 en función del tipo de componentes que incluyan, del contenido en margas y de las alteraciones edáficas que hayan sufrido posteriormente a su depósito.

En general se trata de micritas con textura tipo "wakestone". 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.

**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 decantan 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 varvados indicadores de aguas frías y de una cierta batimetría que permiten el desarrollo de "hipolimnion".

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

Los términos de margas calcáreas blancas se asocian con descensos de nivel del lago y calentamiento de las aguas. El primer proceso favorece la concentración en carbonato del agua y el segundo la precipitación del mismo.

### **Facies lacustres salinas**

Se localizan en los sectores centrales de la cuenca. El carácter salino viene dado por la presencia de yesos. Estos muestran aspectos muy diversos en función de su génesis. Se distingue yeso selenítico, gypsarenitas y crecimientos diagenéticos de megacrystales de yeso. 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 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. Muestran una tonalidad beige a blanquecina cuando se alteran. 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 aéreas fangosas expuestas a régimen subaéreo favoreciendo la evaporación y precipitación del sulfato. Los estudios de los ostrácodos relacionados con estos depósitos muestran asociaciones faunísticas propias de aguas salinas.

### 2.3. TERCIARIO DE LA BUREBA

El ciclo sedimentario representado parcialmente en la Cuenca del Duero por las Facies Dueñas aflora en La Bureba de forma prácticamente completa. Adosados al Mesozoico se disponen depósitos esencialmente conglomeráticos que representan la orla media de sistemas de abanicos, comprendiendo parte del Ageniense. hacia el Este aumenta progresivamente la proporción en lutitas, el transporte se realiza por flujos cada vez más diluidos y empiezan a intercalarse niveles de margas. Estos depósitos caracterizan el frente de los abanicos y la interdigitación con la fraja perilacustre. Los depósitos subacuáticos corresponden a margas y calizas. Se enmarcan en contextos lacustres marginales y palustres extremadamente sensibles a las fluctuaciones del lago.

Los depósitos terrígenos reciben la denominación de Facies Bureba (RIBA, 1955). De la disposición cartográfica se deduce la coalescencia de abanicos puramente aluviales, y sistemas fluviales de radio, mucho más prolongado y ángulo apical agudo. Los ápices de los abanicos fluviales se encontraban en zonas más occidentales no reconociéndose las facies de orla proximal.

La alternancia entre lutitas rojas y margas es conocida, como facies Carcedo y los depósitos margocalcáreos equivalen a las facies Gris-blanca (PORTERO et al. 1979).

La existencia de un intervalo de margas y calizas intercalado en lutitas rojas invita a establecer una subdivisión para el conjunto del Neógeno de la Bureba presente en la Hoja. Podría tratarse de un ciclo intra-ageniense y ser equivalente a las Facies Pancorbo (PORTERO et al. 1979). Una organización secuencial similar ha sido reconocida por sondeos en la Cuenca del Duero. La mayor parte del Neógeno de esta región pasa hacia los sectores más orientales y centrales de la Cuenca del Ebro a facies lacustres salinas de diversa energía.

La correlación del tramo margocalcáreo terminal con las Facies Dueñas es indiscutible. Existe continuidad física. Esta circunstancia implica la



conexión del área lacustre de ambas cuencas en los momentos expansivos del lago, y una etapa de colmatación simultánea.

#### **2.3.1. Orla media**

Está constituida principalmente por niveles conglomeráticos y en una proporción mucho menor, areniscas y lutitas. Los mecanismos de transporte en masa alternan con los producidos por flujos diluídos. Los depósitos desorganizados corresponden a mecanismos de "debris y mud-flow" y presentan características homólogas a sus equivalentes de orla proximal.

Los depósitos originados por flujos diluídos presentan imbricación de cantos y frecuentemente desarrollo de barras de gravas. La presencia de incisiones de canales menores permite asignar una configuración "braided" a los paleocauces.

Los intervalos lutíticos son muy escasos y de poca potencia. Pueden incluir algunos depósitos areniscosos de desbordamiento.

#### **2.3.2. Orla distal-frente proximal y medio**

Son casi inexistentes los depósitos originados por mecanismos de transporte en masa. La proporción de areniscas y lutitas aumenta notablemente y son frecuentes los depósitos de desbordamiento.

Los conglomerados se asocian con areniscas formando secuencias de relleno de canal con tendencias positivas. Los cantos presentan medio a alto grado de rodamiento y los diámetros están comprendidos entre 1 y 12 cm. Son de naturaleza predominantemente calcárea, si bien incluyen esporádicamente cantos cuarcíticos.

El estudio del relleno de los canales pone de manifiesto una baja sinuosidad para los paleocauces. Se reconocen las siguientes estructuras: Imbricación de cantos, "sets" conglomeráticos de láminas cruzadas asimilables a barras de gravas, estratificación cruzada de mediana escala, planar y en surco,

correspondiente a formas menores del lecho, y huellas de base producidas por fenómenos de carga y tractivos. Son frecuentes los procesos edáficos a techo de las secuencias de relleno.

Los intervalos arcillosos presentan abundantes horizontes de suelos rojos y calcimorfos e incluyen depósitos de desbordamiento de arenisca media a fina asimilados a fenómenos de "crevasse-splay".

### **2.3.3. Frente distal-Franja perilacustre**

Estos subambientes están representados por depósitos esencialmente pelíticos. Dominan las arcillas rojas. Incluyen canales arenosos de escasa potencia y duración efímera. Son abundantes los procesos edáficos, en general se trata de suelos calcimorfos. La inclusión en este contexto de la franja perilacustre está fundamentada en la presencia de intervalos de margas arcillosas verdes muy bioturbadas y margas blanquecinas decoloradas. Se interpretan como depósitos de encharcamientos discontinuos en la franja exterior del lago.

### **2.3.4. Contextos lacustres marginales y palustres**

Alternan margas verdes y grises, niveles calcáreos y en menor proporción lutitas rojas. El carácter lacustre marginal de los depósitos está caracterizado por procesos edáficos (oxidaciones, karstificación) y el régimen palustre por pedogénesis generalizada. Se registran gran variedad de subambientes condicionados por el quimismo del agua, la energía del medio, el aporte de siliciclásticos al lago y la actividad orgánica.

Se distinguen las siguientes asociaciones de facies:

#### **2.3.4.1. Ciclos de oxidación-reducción**

Se generan en litorales lacustres muy fangosos. El intervalo inferior reductor está constituido por margas grises y verdes algo arcillosas y generalmente bioturbadas. En algunas ocasiones desarrollan intervalos de arcillas negras carbonosas propias de fondos cenagosos ricos en materia orgánica.

El intervalo superior está representado por lutitas verdes decoloradas a arcillas rojas. Lógicamente constituye el tramo de oxidación. En algunas ocasiones, el nivel de arcillas rojas alcanza un desarrollo notable (superior a 1 m.) y su origen se relaciona más con la llanura de inundación fluvial que con procesos lacustres marginales.

#### 2.3.4.2. Ciclos de carbonatación

Están formados por términos margosos en la base que hacia techo pasan gradualmente a niveles calcáreos. Las potencias son de orden métrico y presentan características particulares en función de la energía del medio. Se relacionan con descensos batimétricos y calentamiento del agua.

En los contextos de baja energía los ciclos están constituidos por margas blanquecinas o gris verdosas en la base, margas calcáreas y calizas margosas nodulosas a techo con perforaciones de raíces y ocasionalmente procesos kársticos.

Los ciclos desarrollados en ambientes energéticos, muestran margas bioturbadas y bioclásticas en la base que se calcifican gradualmente hacia techo. Los términos superiores están representados por "wackestones" intraclásticos o "wackestones-packestones" margolimosos con abundantes ostrácodos, gasterópodos y caráceas. El contenido en aloquímicos es elevado, se reconocen además de los fósiles, peloides, intraclastos, y granos de cuarzo. En algunos casos presentan ondulaciones tractivas. A techo de los ciclos se desarrollan encrustamientos ferruginosos que representan el intervalo de no sedimentación por somerización y se generaliza la instalación de una cubierta vegetal sobre sustrato subacuático caracterizando un medio palustre.