

HOJA DE QUINTANILLA DE ONESIMO

473 (17-15)

- INFORME SEDIMENTOLOGICO -

**INFORME SEDIMENTOLÓGICO
QUINTANILLA DE ONESIMO (373)**

I N D I C E

1. INTRODUCCION
2. CICLO ORLEANIENSE-ASTARACIENSE. Facies Dueñas
 - 2.1. Ciclos de oxidación-reducción
 - 2.2. Ciclos de carbonatación
 - 2.3. Facies salinas
 - 2.4. Facies tractivas
3. CICLO ASTARACIENSE-VALLESIENSE. Facies Tierra de Campos-Sta. Ma del Campo, Las Cuestas y calizas inferiores del Páramo
 - 3.1. Facies Santa María del Campo-Tierra de Campos
 - 3.2. Facies Cuestas
 - 3.3. Calizas inferiores del Páramo
 - 3.4. Análisis de facies
 - 3.4.1. Facies fluviales
 - 3.4.1.1. Depósitos canalizados
 - 3.4.1.2. Depósitos de desbordamiento
 - 3.4.1.3. Lutitas
 - 3.4.2. Facies lacustres
 - 3.4.2.1. Facies deltaicas
 - 3.4.2.2. Facies lacustres marginales-palustres
 - 3.4.2.3. Facies lacustres proximales
 - 3.4.2.4. Facies lacustres distales
 - 3.4.2.5. Facies lacustres salinas
4. CICLO VALLESIENSE-PLIOCENO INFERIOR. Calizas superiores del Páramo

4.1. Areniscas

- 4.1.1. Canales "braided"**
- 4.1.2. Canales rectos**
- 4.1.3. Canales de sinuosidad intermedia**
- 4.1.4. Canales meandriformes**
- 4.1.5. Depósitos de desbordamiento**

4.2. Lutitas

- 4.3. Margas**
- 4.4. Calizas**

1. INTRODUCCION

El Neógeno del sector central 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 son las efectuadas por ROYO (1926) 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 al abanico de Aviñante 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 de 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 (1978) son equivalentes a su Unidad Dolomítica Inferior. 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 central 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 la define está puesta de manifiesto por la presencia de "mud cracks", pisadas de ave, o grandes acúmulos 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 de Páramo" sobre las que se producen karstificaciones que evidencian la ruptura con que termina esta unidad. La UTS 4 corresponde al Páramo II (ROJO 1926) y es equivalente a la Unidad Superior de ORDOÑEZ et al. (1981).

En el presente informe se propone una organización secuencial global para el Mioceno del sector centroriental de la Cuenca del Duero. Se ha dividido en tres grandes episodios deposicionales. Estos muestran la organización secuencial clásica de sedimentación en cuencas endorreicas intracontinentales. Los términos inferiores están representados por depósitos fluviales que pasan lateral y verticalmente a facies lacustres. La parte final de las megasecuencias está caracterizada por un conjunto de depósitos de colmatación y retracción lacustre.

El primer ciclo corresponde a la Facies Dueñas (DEL OLMO, 1978) y sólo afloran los términos altos. Se considera de edad Orleaniense-Astaraciense basal.

El segundo ciclo tiene una gran representación en la Cuenca y está compuesto por los tres horizontes clásicos descritos por HERNANDEZ

PACHECO (1915). Tierra de Campos s.l. representa los términos fluviales inferiores, Las Cuestas son facies lacustres y las Calizas del Páramo corresponden a las etapas de colmatación de final del ciclo. Se propone una edad Astaraciense-Vallesiense inferior para todo el conjunto.

El tercer ciclo tiene un carácter restringido en la cuenca a nivel global. Corresponde al nivel superior de las Calizas del Páramo (Royo, 1926) y su edad está comprendida entre el Vallesiense y el Turoliense.

Un dato relevante en la historia sedimentaria del Mioceno en la Cuenca del Duero está reflejado por las potencias de las unidades diferenciadas: 1º ciclo, entre 250 y 600 m.; 2º ciclo, de 60 a 150 m.; y el 3º ciclo, con un máximo de 60 m. La reducción progresiva de potencias implica un descenso en la tasa de sedimentación puesto que los intervalos temporales son similares para los tres ciclos (alrededor de los 6 M.A.). Se deduce por tanto una disminución gradual de la subsidencia, al menos en los sectores reconocidos.

2.

CICLO ORLEANIENSE-ASTARACIENSE. Facies Dueñas

Debido al nivel de erosión del Duero, las facies Dueñas se encuentran bien representadas en la Hoja. Las mejores observaciones pueden realizarse en las cercanías de Peñalba donde se encuentra la mejor serie de esta unidad en todo el sector central de la Cuenca. Con todo, cabe puntualizar que sólo afloran los términos altos del ciclo.

Litológicamente dominan las margas arcillosas verdes y lutitas rojas que constituyen ciclos de oxidación-reducción. El anómalo desarrollo de depósitos de lutitas rojas, se debe a la posición marginal de éstos materiales respecto las áreas lacustres centrales y al aporte de un importante volumen de fangos por parte de los sistemas aluviales procedentes de los márgenes de la Cuenca. La elevada tasa de aportes en los estadios terminales del ciclo implica una coexistencia de fenómenos de colmatación en la cuenca y leves impulsos en los márgenes como preludio de la etapa de reactivación y expansión generalizada de los sistemas aluviales registrada en el inicio del siguiente ciclo. Por esta razón el contraste litológico es menor y no corresponde al contacto neto entre carbonatos lacustre-palustres y depósitos fluviales, reconocido en otras áreas.

Las facies claramente lacustres están representadas por margas grises, en ocasiones dolomíticas y margas calcáreas blanquecinas. En algunos casos es importante el desarrollo de calizas micríticas margosas con abundantes rasgos palustres.

Datos procedentes de sondeos realizados para prospección de petróleo, realizados fuera de la Hoja, 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. Los sondeos muestran 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 sondeo, son muy similares a los descritos en numerosos afloramientos y representan los estadios retractivos terminales del lago. Esta organización global coincide con la observada en los sectores nororientales de la cuenca y con sus equivalentes en La Bureba.

2.1. CICLOS DE OXIDACION-REDUCCION

Están constituidos por paquetes métricos de margas arcillosas verdes a lutitas rojas algo margosas. El primero de los términos corresponde al intervalo reductor, las lutitas rojas evidencian un enriquecimiento en óxidos por disminución de la lámina de agua y/o incremento de los aportes en suspensión de los sistemas aluviales. Ambos términos se encuentran extremadamente bioturbados y los depósitos más margosos pueden incluir yesos dispersos que ponen de manifiesto el carácter salino de las aguas.

Se sitúan en litorales lacustres fangosos y contextos de llanura aluvial perilacustre muy encharcada.

2.2. DEPOSITOS SILICICLASTICOS

Están constituidos por arenas de grano fino a muy fino, en ocasiones yesíferas y limos. Se presentan en capas tabulares de espesor centimétrico y raramente decimétrico. Alternan con las litologías de los ciclos de oxidación-reducción. Tienen la base neta y desarrollan "cosets" de "ripples" de oscilación o "climbing ripples" a techo. Pueden contener ostrácodos dispersos y otros bioclastos resedimentados.

Se deduce un origen fluvilacustre en régimen deltáico o bien corresponden a depósitos de "overbank" en un contexto de llanura aluvial perilacustre.

2.3. FACIES MARGOSAS

Se diferencian margas blancas que evolucionan en vertical a facies calcáreas, y, margas grises.

En el primer caso se organizan en secuencias métricas de carbonatación que acaban con margas calcáreas nodulosas o lajosas, y en ocasiones, desarrollan el término superior de calizas margosas. Se asocian a fenómenos de somerización y calentamiento del agua que favorecen la precipitación de carbonato.

Los depósitos de margas grises aparecen en intervalos decimétricos y pueden incluir yesos dispersos. Se enmarcan en contextos prodeltaicos de baja batimetría.

2.4. CARBONATOS LACUSTRE-PALUSTRES

Dominan las texturas de tipo "wackestone" y "mudstone". Tienen un carácter margoso y los componentes aloquímicos corresponden a peloides, ostrácodos, caráceas y granos de cuarzo. Aparecen en niveles de espesor decimétrico a métrico constituyendo los términos superiores de ciclos de carbonatación. Muestran abundantes rasgos pedogénicos.

Esporádicamente se reconocen niveles muy continuos de "packstones" con abundantes intraclastos, peloides y bioclastos. Presentan base neta y laminaciones tractivas internas.

Los carbonatos se sitúan en un ambiente lacustre proximal y palustre. Normalmente se asocian a secuencias de colmatación generadas por los procesos de retracción lacustre característicos de los estadios terminales del ciclo. Aunque generalmente corresponden a contextos de baja energía, se intercalan algunos niveles tractivos.

2.5. DEPOSITOS DESORGANIZADOS

Solo se reconocen claramente en el corte de Villalba. Se trata de un nivel de 5 a 7 m. de espesor y continuidad lateral observable de escala hectométrica.

En el mismo corte se acuña bruscamente de lo que se deduce que el

depósito está asociado a una fuerte cicatriz erosiva. Está generado por un mecanismo de transporte en masa que desestabiliza facies margosas y de ciclos de oxidación-reducción. Muestra una organización secuencial simple constituida por grandes fragmentos de margas y lutitas con pliegues gravitacionales en la base que pasan hacia techo a un "mud-flow" con cientos dispersos de menor tamaño. El nivel termina con un intervalo de margas de decantación. La buena preservación del depósito y la presencia del término superior generado por la decantación de margas en suspensión indica que el transporte se ha efectuado en régimen subacuático. La simplicidad secuencial del depósito sugiere que se ha generado en un solo episodio.

Depósitos desorganizados de diversas características se han reconocido en localidades del sector nororiental de la cuenca del Duero. Se sitúan en una posición estratigráfica muy similar, circunstancia que invita a registrar un importante sismoevento en la cuenca sucedido a principios del Astaraciense o finales de Orleaniense.

3. **CICLO ASTARACIENSE-VALLESIENSE. Facies Tierra de Campos-Sta. M^a del Campo, Las Cuestas y calizas inferiores del Páramo**

En la Hoja de Quintanilla de Onésimo, los depósitos fluviales de la base del ciclo están representados por facies de frente distal de abanicos fluviales. Los procedentes del Este reciben el nombre de facies Santa María del Campo (NUÑEZ et al. 1973) y Unidad detrítica de Aranda (ARMENTEROS 1985). En los sectores centrales de la Hoja se interdigitan con depósitos fluviales de procedencia O y NO conocidos como Tierra de Campos en sentido estricto. El intervalo de Facies Cuestas está constituido esencialmente por facies lacustres salinas pertenecientes a los sectores centrales del lago. En el extremo oriental se reconoce un mayor desarrollo de facies proximales propias de aguas dulces. La reconstrucción paleogeográfica resulta por tanto relativamente sencilla; al Este se enmarcan los contextos lacustres más proximales nutridos intermitentemente por aguas procedentes del margen oriental de la cuenca. Hacia el Oeste se pasa gradualmente a un área de alta evaporación y una mayor concentración de sales. El término de calizas inferiores del Páramo se aplica al tramo superior del ciclo que presenta un predominio de niveles calcáreos sobre los margosos. El contacto con las Facies Cuestas es transicional y diacrónico.

3.1. **FACIES SANTA MARIA DEL CAMPO-TIERRA DE CAMPOS**

Esta unidad está constituida por facies fluviales que caracterizan el frente distal de abanicos húmedos.

Se diferencian dos sistemas de abanicos de distinta procedencia.

El sistema de procedencia oriental adquiere un desarrollo predominante en la Hoja y constituye la prolongación de un aparato de grandes dimensiones cuyas facies proximales se sitúan en el corredor de enlace con la Cuenca de Almazán. Corresponde a la Unidad detrítica de Aranda descrita por ARMENTEROS (1985). Desarrolla depósitos lutíticos de llanura aluvial de color rojo vivo, característica que respaldada por la tonalidad rojiza de los arenas y la presencia esporádica de cantos calcáreos indica un área madre con carbonatos del Mesozoico.

La red principal de drenaje alcanzaba una considerable anchura debido a las dimensiones del abanico y el eje se encontraba centrado en la Hoja que era surcada por canales que discurrían en sentido Este a Oeste tal como corrobora el análisis de paleocorrientes y la distribución de facies.

En el tercio occidental de la Hoja se indentan depósitos pertenecientes a un sistema de abanicos de procedencia noroccidental y con área madre paleozoica. Se distinguen de los depósitos procedentes de los relieves mesozoicos orientales, por la coloración ocre de las lutitas y las arenas, que son de grano más fino, con mayor contenido en matriz fangosa y prácticamente nula cementación.

El esquema paleogeográfico propuesto explica la reducción de potencias para las facies fluviales en los sectores centrooccidentales de la Hoja como consecuencia de la situación mas distal de ambos sistemas de abanicos y es coherente con la distribución de facies. El sistema de procedencia oriental desarrolla facies canalizadas bastante tractivas con presencia de cursos "braided" en la parte oriental de la Hoja. En los sectores centrales disminuye de potencia y los únicos depósitos canalizados corresponden a cursos divergentes de duración efímera. En el tercio occidental se interdigitan los dos sistemas y aumenta la proporción de depósitos de desbordamiento. Los abanicos con área madre paleozoica presentan canales que transportaban abundante carga en suspensión y constituyan una red poco definida con encajamiento de cursos de distinta sinuosidad.

3.2. FACIES CUESTAS

Este término se aplica el intervalo margoso comprendido entre la unidad fluvial basal y el paquete clacáreo 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. Se relacionan con impulsos de cierta importancia y permiten establecer divisiones en las Facies Cuestas. Impulsos de orden menor pueden apreciarse localmente y los depósitos energéticos asociados manifiestan bastante continuidad en corte E-O. Sin embargo las correlaciones perpendiculares, en dirección N-S, resultan francamente confusas. Esta circunstancia puede estar producida por un sistema de fracturas, con dirección ENE-OSO que individualizaba redes de drenaje miocenas y condicionaba su confluencia a las áreas lacustres.

El tercio inferior de la unidad muestra una gran diversidad de subambientes, enmarcados por lo general, en contextos lacustres proximales de diversa energía. Los estudios micropaleontológicos denotan una gran profusión de caráceas y ostrácodos propios de aguas dulces y caracterizan el Astaraciense superior.

En los tercios medio y alto de las Facies Cuestas se desarrollan depósitos de aguas salinas. Incluyen niveles de yesos que presentan abundantes resedimentaciones. La parte superior se distingue por un cambio brusco a condiciones notablemente energéticas en las que se desarrolla una alternancia rítmica de yesoarenitas y margas. Los datos micropaleontológicos ponen de manifiesto un relevo brusco en las comunidades faunísticas que pasan a estar representadas por asociaciones de ostrácodos propios de ambientes salinos que convivían con foraminíferos del género Ammonia característicos del Mioceno marino. En los térmninos más altos de la unidad se encuentran depósitos carbonatados con moldes de yeso, los niveles de yesoarenita presentan abundantes procesos de calcificación y se reconocen delgados intervalos estromatolíticos.

3.3. CALIZAS INFERIORES DEL PARAMO

Constituyen un paquete calcáreo que corona al 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 en carácter transicional del contacto. Localmente se reconocen en sus términos basales facies de media y alta energía. El conjunto muestra una disminución progresiva en la salinidad de las aguas, observación respaldada por un cambio posiblemente gradual en las comunidades faunísticas y asociaciones de flora. En la parte baja dominan los carbonatos con moldes de evaporitas y en la alta las calizas micríticas con huellas de raíces y abundantes ostrácodos.

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. El carácter diacrónico de la unidad y la sutil compartimentación de los sectores centrorientales de la cuenca producida por un sistema de accidentes con dirección E-O, explica la complejidad del establecimiento de un límite concreto con las facies Cuestas desde un punto de vista sedimentológico y secuencial.

3.4. ANALISIS DE FACIES

En este apartado se describen en conjunto todas las facies presentes en el ciclo del Astaraciense superior-Vallesiense. Incluye una descripción detallada de los depósitos fluviales y lacustres, y de los materiales correspondientes a los medios de transición. Lógicamente la descripción de facies fluviales es válida principalmente para la unidad litológica basal (F. Sta. M^a del Campo-Tierra de Campos), los términos lacustres margosos corresponden

esencialmente a Cuestas, y los calcáreos al Páramo. Sin embargo ninguna de las asociaciones de facies resulta exclusiva en uno de los tres tramos dado el carácter alternante de los subambientes y su correspondencia lateral de margen a centro de Cuenca.

3.4.1. **Facies fluviales**

Se organizan en sistemas de abanicos húmedos. En momentos de progradación cubren grandes extensiones de la cuenca. En las zonas marginales pueden indentarse 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.

Los sistemas de abanicos presentes en la Hoja proceden de los relieves marginales de la Cordillera Ibérica. Se reconocen dos salidas principales: La más septentrional se encuentra al Norte de la Sierra de Lerma y la otra en el corredor de enlace entre la Cuenca del Duero y la de Almazán, afirmación respaldada por el análisis de paleocorrientes y distribución geográfica de facies.

Los depósitos fluviales de la Hoja se enmarcan en un contexto de frente distal de abanicos caracterizado por la elevada proporción en lutitas.

3.4.1.1. **Depósitos canalizados**

Configuran secuencias de relleno de canal generalmente granodecrescentes. Preferentemente arenosos, pueden incluir intervalos conglomeráticos constituyendo depósitos de carga residual o formando láminas cruzadas de reactivación en "sets" tabulares de arenas. Los cantes muestran un alto grado de rodamiento y sus diámetros oscilan entre 0,5 y 5 cm. Predominan los de naturaleza calcárea siendo también frecuentes los de cuarzo, cuarcitas y otras rocas metamórficas. En las arenas, el grado de cementación es muy variable dependiendo del tipo de procesos edáficos, en general calcificación, y del lavado de los finos. El color presenta a su vez gran diversidad, oscila entre tonos beige, ocres, amarillentos y rojizos, predominando estos últimos. El tamaño de grano muestra gran variación y está comprendido entre muy fino y grueso.

Los canales muestran cambios de configuración a lo largo de su recorrido. Son abundantes los restos óseos de vertebrados, principalmente de grandes quelonios. Localmente se encuentran restos de vegetales limonitzados, 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 ocres 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.

- **Canales rectos**

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.

- **Canales de baja sinuosidad**

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

Los intervalos comprendidos entre dos de estas superficies tienen espesores 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.

- **Canales meandriformes**

Generalmente se asocian a depósitos de arenas finas ocres, 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 llenos por un solo "set" de láminas cruzadas. Se asimilan procesos de "Chute".

3.4.1.2. 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").

3.4.1.3. 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 intensidad y tipo de los proceso edáficos. Normalmente presentan una tonalidad rojiza u ocre.

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 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 subáerea 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.

3.4.2. **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, se diferencian, 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 a subaéreo. La franja proximal subacuática registra una gran diversidad de facies relacionadas con el químismo del agua y la energía el medio. Se diferencian lutitas negras muy fosilíferas propias de aguas ácidas en contraposición a las facies de calizas mictíticas 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 excepcionalmente varvadas 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 subacuáticas proximales por margas dolomíticas con cristales de yeso selenítico y estratificación lenticular en gypsarenitas. Los yesos primarios están representados por crecimientos intersticiales de microlentículas en margas. Los macrocristales de yeso 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 químismo de las aguas, de la naturaleza de los depósitos, y en consecuencia de los tipos y asociaciones de facies.

3.4.2.1. 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 químismo en las aguas reflejados por los distintos 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

Tienen muy poca representación en la Hoja. En otros sectores de la cuenca se han descrito cuerpos lenticulares de arenas con abundantes ostrácodos formados esencialmente por "cosets" de "climbing ripples".

En la Hoja solo se han reconocido algunas capas tabulares de escasa potencia con base neta y retoques producidos por oleaje a techo. Se trata de arenas de grano medio a muy fino e incluyen abundantes ostrácodos.

- Margas limoso 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 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 ostrácodos y muestran diversos grados de resedimentación. Estas facies se sitúan 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 centrimétricos 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.

3.4.2.2. 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. Presentan texturas de "wackestone" con abundantes ostrácodos y caráceas.

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.

Se observa el desarrollo de cemento vadoso a partir de los huecos dejados por las raíces.

- Margas nodulosas

Se trata de margas blanquecinas que aparecen 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

Son capas de potencia comprendida entre 5 y 30 cm. 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.

3.4.2.3. 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 "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. Se deduce un ambiente de aguas cálidas que

favorezcan la precipitación de carbonato.

En contextos energéticos son frecuentes las texturas "packstone" e incluso "grainstone". El aumento del contenido en aloquímicos está condicionado por procesos de retrabajamiento del fondo generados por oleaje y tormentas. En estos casos son muy abundantes las estructuras tractivas, representadas por "wave-ripples", "Hummocky cross stratification" y estratificación cruzada de mediana y gran escala.

Los carbonatos tractivos se organizan en ciclos de tendencia muy diversa y se presentan en niveles de distinta morfología. La organización más frecuente es de tendencia estrato y granodecreciente con disminución en vertical del grado de tracción. Los ciclos positivos tienen potencias comprendidas entre 0,5 y 2 m., suelen presentar morfologías canalizadas y continuidad lateral decamétrica. El caso inverso, de tendencia negativa, raramente incluye "sets" de estratificación cruzada de gran escala y los términos inferiores están constituidos por una alternancia centimétrica con margas o margas bioclásticas con estratificación "wavy".

Esporádicamente aparecen capas tabulares con base neta y techo retrabajado, entre facies de menor energía.

Excepcionalmente se reconocen niveles aislados asimilables a "sand-waves".

Los ciclos positivos corresponden a canales subacuáticos encajados en un litoral lacustre carbonatado, las secuencias negativas se interpretan como barras asociadas a la boca de salida de los canales o a áreas no confinadas batidas por el oleaje. Las capas tabulares se asimilan tentativamente a eventos tormentosos y los "sand waves" aparecen ligados a "stream mouth bars".

En el corte de Langayo se ha reconocido un nivel carbonatado desorganizado. Tiene potencia métrica y está asociado a una cicatriz canalizada. Se trata de un depósito de tipo "debris flow" con soporte de

cantos angulosos de carbonato y matriz micrítica. Puede relacionarse con procesos de deslizamiento del margen de un canal de dimensiones considerables o bien enmarcarse en un margen lacustre inestable.

3.4.2.4. 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 centrales 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 centrales 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 del 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.

3.4.2.5. 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 diagenético, gypsarenitas y crecimientos intersticiales microlenticulares. 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. 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 microlenticular se debe a retracciones lacustres que dejan grandes aéreas fangosas expuestas a la evaporación y precipitación del sulfato. Los estudios de los ostrácodos relacionados con estos depósitos muestran asociaciones faunísticas propias de aguas salinas e hipersalinas GONZALEZ DELGADO et al. (1986).

- Yesos primarios

Han sido objeto de explotación en los sectores centrales de la cuenca. Se trata de crecimientos intersticiales de yeso microlenticular. Se presentan en niveles de espesor comprendido entre 0,3 y 2 m. y muestran un aspecto láminado difuso. En ocasiones se aprecian fenómenos de deformación hidroplástica y son relativamente frecuentes los retrabajamientos por oleaje a techo de las capas.

Yesoarenitas

Proceden del retrabajamiento de los yesos primarios. Constituyen alternancias rítmicas con margas dolomíticas. Se organizan generalmente en ciclos estrato y granodecrescentes que pueden presentar en conjunto una superficie canalizada basal. Los términos bajos de los ciclos muestran en ocasiones estratificación cruzada planar tangencial en la base. Este tipo de estructuras se asocia a los intervalos más tractivos de los ciclos. La forma tangencial de las láminas se debe al carácter turbulento de las corrientes y está motivado por la naturaleza fangosa del substrato. Los términos intermedios de los ciclos están representados por estratificación "flasher" y "wavy". Esporádicamente se reconocen niveles con estratificación cruzada de tipo "hummocky". Los términos superiores de los ciclos muestran estratificación "linsen". La mayor parte de los "ripples" están producidos por oleaje.

Son también frecuentes los intervalos de alternancias que no muestran una ciclicidad definida y en ninguno de los casos registrados incluyen los términos más tractivos.

Las asociaciones de facies yesoareníticas se enmarcan en un contexto lacustre salino energético. El origen de las canalizaciones puede deberse a incisiones producidas por fenómenos tormentosos, por inestabilidades gravitacionales en el fondo del lago, o por simples corrientes de densidad.

Los tramos de alternancias no cicladas corresponden a zonas comprendidas entre los canales.

4. **CICLO VALLESIENSE-TUROLIENSE. Calizas superiores del Páramo**

Se sitúa discordante sobre distintos niveles de las calizas inferiores del Páramo.

Dado el carácter restringido tiene menor representación, a nivel cuencal, que los dos ciclos anteriores.

Clásicamente se ha descrito como un paquete calcáreo homogéneo que incorpora intermitentemente un tramo terrígeno en la base. No obstante en la Hoja de Antigüedad presenta una organización secuencial más compleja claramente policíclica.

Aflora exclusivamente en la esquina suroriental de la Hoja en continuidad cartográfica con sus equivalentes reconocidos en la Hoja de Peñafiel.

El tramo terrígeno basal está compuesto exclusivamente por lutitas y son muy escasas las facies arenosas canalizadas.

Los estudios micropaleontológicos indican la existencia de asociaciones de fauna propia de ambientes de media a alta salinidad.

Se distinguen los siguientes tipos de facies:

4.1. **LUTITAS**

Presentan un color rojo vivo. Proceden en parte de la descalcificación del sustrato. Incluyen horizontes edáficos representados por suelos calcimorfós. Se enmarcan en un contexto de llanura de inundación y posiblemente en antiguos fondos de dolinas retrabajados por posteriores redes de drenaje.

4.2. MARGAS

Muy bioturbadas, alternan en unas ocasiones con lutitas rojas y en otras se asocian con facies calcáreas. En el primer caso presentan tonalidades verdosas y abundantes decoloraciones producidas por oxidaciones.

En el segundo caso son de colores blanquecinos, y muestran generalmente un aspecto noduloso.

Se incluyen en ambientes palustres y lacustres marginales someros.

4.3. CALIZAS

Texturalmente se reconocen dos tipos de depósitos: "packstones-wackestones" arenosos muy intraclásticos y pelletoidales, y "wackestones" con escasos componentes aloquímicos.

El primer tipo se presenta en niveles masivos con base neta, frecuentemente canalizada. Incluyen escasos fragmentos de ostrácodos y caráceas. En algunas ocasiones contienen oncoídes y son raros los pseudomorfos de yeso. Se interpretan como canales subacuáticos desarrollados en márgenes lacustres.

El segundo tipo se caracteriza por el bajo contenido en aloquímicos y desarrolla capas tabulares de potencia decimétrica a métrica. Excepcionalmente se reconocen moldes de gasterópodos.

Ambos tipos se encuentran afectados por perforaciones de raíces y se enmarcan en contextos palustre-lacustres marginales con episodios de alta energía.