

DEPOSITOS MESOZOICOS Y CENOZOICOS

E

HISTORIA GEOLOGICA

(Bloque de información para MAGNA Sistema Central)

1 ANTECEDENTES

El conocimiento de la existencia de materiales cretácicos en Segovia y en el valle del Lozoya viene ya desde el siglo pasado, con los trabajos de CORTAZAR (1891) y FERNANDEZ NAVARRO (1897, 1899 y 1915).

SAN MIGUEL DE LA CAMARA (1951, 1952 y 1955) realiza la estratigrafía de una parte del Cretácico, en el Norte de la provincia de Segovia.

BIROT y SOLE SABARIS (1954) realizan cortes esquemáticos en Ituro, al Sur de la Hoja, y en Segovia, al Este.

Una gran parte de los antecedentes bibliográficos que tratan el Cretácico segoviano corresponden a trabajos de carácter fundamentalmente petrográfico. Así para los materiales detríticos de la base encontramos los trabajos de ASENSIO y SANCHEZ CELA (1968 a y b), LOPEZ DE AZCONA y MINGARRO (1968), SANCHEZ CELA (1969), CASAS et al. (1978), mientras que para los sedimentos carbonáticos tenemos los de MINGARRO y LOPEZ DE AZCONA (1974 y 1975) y RINCON et al. (1977).

El primer trabajo sedimentológico en el Cretácico de Segovia lo realizan ALONSO (1981), que lo analiza sedimentológicamente y describe numerosas unidades litoestratigráficas, formalizadas posteriormente en ALONSO et al. (1982).

ALONSO y FLOQUET (1982) estudian la sedimentación para el Turoniense y ALONSO y MAS (1982) comparan y correlacionan las unidades cretácicas al Norte y Sur del Sistema Central.

Las arcillas y arenas silíceas blancas, que aparecen sobre las margas y dolomías cretácicas, han sido consideradas tradicionalmente discordantes con éstas y pertenecientes al Terciario. Los autores de esta Hoja consideran que estos materiales son cretácicos, por criterios y argumentaciones que se expondrán y discutirán, más adelante, si bien su techo pudiera llegar a ser Paleógeno. De sus características petrológicas se han ocupado CASAS et al. (1975) y LEGUEY et al. (1984), y de su sedimentología CASAS y LEGUEY (1976).

La denominación de las unidades litoestratigráficas seguida en la elaboración de esta Hoja es la de ALONSO et al. (1982), pero cuando se crea oportuno se indicarán también sus equivalentes con las unidades informales de ALONSO (1981).

Los antecedentes bibliográficos sobre el Cretácico del borde Sur del Sistema Central son muy escasos, sin embargo, su presencia se reconoce desde el siglo pasado. Ya en el trabajo clásico de DEL PRADO (1864), sobre la geología de la provincia de Madrid, se llega incluso a dar listas de fósiles invertebrados marinos encontrados en Redueña y el Vellón, dentro del ámbito de la Hoja.

BIROT y SOLE (1954) en su estudio geomorfológico del Sistema Central, tratan también los sedimentos cretácicos de sus bordes, realizan algún análisis sedimentológico de la base detrítica, y aunque no detallan su estratigrafía sí realizan, entre otros, un corte esquemático de la disposición del Cretácico en San Agustín de Guadalix, y otro en Colmenar Viejo, al Sur de esta Hoja.

La primera cartografía detallada del Cretácico es la de FUSTER y FEBREL (1959), en la primera edición geológica de la Hoja de Torrelaguna, en la que diferencian dos unidades. A la unidad inferior, detrítica, le asignan una edad Albense, y a la superior, fundamentalmente carbonatada, la datan tentativamente como Cenomanense. Su tránsito al Terciario es considerado concordante.

ARIAS (1969), en un trabajo principalmente petrológico, estudia la estratigrafía del Cretácico de los alrededores de Guadalix de la Sierra, realizando diversos cortes geológicos y una detallada cartografía de este área, separando diferentes tramos litológicos.

NODAL y AGUEDA (1976) realizan una síntesis cartográfica y sedimentológica que comprende el Cretácico de la mitad Este de la Hoja, haciendo un especial análisis de su tránsito al Terciario, que consideran gradual.

CORCHON (1976), en su estudio de la hidrogeología del Cretácico de toda la región, realiza una descripción estratigráfica del mismo.

La presencia de niveles con restos vegetales fósiles en el Cretácico de la Hoja de Torrelaguna (19-20), ha dado lugar a estudios de carácter paleontológicos: en el área de Guadalix de la Sierra se sitúan los de ALVAREZ- RAMIS et al. (1984a), GOMEZ PORTER (1984) y ALVAREZ- RAMIS y GOMEZ PORTER (1988), y en la de Soto del Real el de DIEGUEZ (1986). En la vecina Hoja de Buitrago del Lozoya (19-19), y muy próximas a la Hoja que nos ocupa, hay asimismo diversos trabajos sobre la flora fósil del Cretácico, como los de MENENDEZ AMOR (1952) o ALVAREZ- RAMIS et al. (1984b).

ALONSO y MAS (1982) realizan un análisis de las sucesiones cretácicas al Sur del Sistema Central, correlacionándolas con el Cretácico de Segovia, estudiado en detalle por ALONSO (1981). Mantienen las unidades litoestratigráficas definidas formalmente por ALONSO et al. (1982) para el borde Norte de la Sierra, y que serán asimismo utilizadas en la confección de esta Hoja.

ARENAS, GRAVAS Y ARCILLAS COMPACTADAS Y CON CEMENTACION SILICEA.

En la Hoja de Torrelaguna (19-20), al Este del pueblo del Vellón y apoyándose sobre materiales metamórficos se encuentra un afloramiento de unos 500 m. de longitud, formado por materiales detríticos siliciclásticos que se diferencian claramente de los sedimentos marinos de edad Turoniense suprayacentes, tanto por sus características litológicas, como estructurales y ambiente de sedimentación.

La sucesión está formada por cuerpos arenosos y gravas que tienen intercalados limos, arcillas y arenas finas. El espesor de la sucesión es de unos 6 m. teniendo tanto los tramos de granulometría gruesa como los finos una potencia que varía de 0,5 a 1 m.

El contacto con las rocas metamórficas es discordante y erosivo. La sucesión se inicia con un cuerpo de 1 m. de espesor compuesto por arena gruesa y gravas que interiormente muestra estratificación cruzada, aunque ésta aparece de un modo difuso al haber sufrido procesos edáficos. Los componentes de las arenas y gravas son cuarzo, feldespatos y micas, estando estos últimos minerales muy alterados y corroidos, los granos están embutidos en una pasta formada por arcillas y óxidos de hierro.

La litología y estructuras de los otros cuerpos con granulometría gruesa, situados en la serie, son similares a los descritos en el tramo basal, aunque es menor la proporción de matriz arcillosa.

Sin embargo el estrato situado en el techo, de 1 m. de espesor, está formado casi exclusivamente por granos de cuarzo. En su base se observa bioturbación formada por pistas longitudinales sinuosas del tipo Pascichnia. En el techo aparecen ripples simétricos de oscilación. Este cuerpo además ha sufrido una fuerte compactación que ha reducido el espacio situado entre los granos, poniéndose estos íntimamente en contacto entre sí, posteriormente a este proceso se produjo una cementación silicea que cerró los pocos espacios que quedaban entre los granos adoptando éstos contornos poligonales y la roca adquirió un aspecto similar a la cuarcita.

Los limos, arenas finas y arcillas presentan colores propios de marmorización, los cuales se producen en ambientes continentales, al ser sometido el sedimento a condiciones de mal drenaje.

El contacto de los sedimentos que integran la serie con la formación suprayacente se hace de una forma neta y a través de una superficie de erosión.

Dadas las características anteriores descritas, el ambiente de sedimentación de esta serie corresponde, posiblemente, a un medio fundamentalmente continental, como así lo indican, las marmorizaciones y edafizaciones de los sedimentos, si bien el cuerpo superior nos podría hacer pensar en una cierta influencia marina.

Posteriormente a la sedimentación, se produjeron la compactación y cementación silícea. Estos procesos diagenéticos afectaron principalmente a los cuerpos sin matriz arcillosa, deduciéndose de ello un papel amortiguador y de agente químico a la arcilla.

Atribuimos a la sucesión una edad Cenomaniense, sin mayor criterio que el estar depositada entre las rocas metamórficas del basamento hercínico, y los sedimentos Turonienses, sin embargo no se excluye que su edad sea anterior, e incluso preceda al Cretácico. Esta edad antigua de los sedimentos, podría explicar la fuerte compactación que han experimentado las arenas situadas en el techo de la serie, ya que en la zona estudiada, depósitos con igual litología y con cementación silíceas de edad Cretácica no presentan fenómenos de compactación tan intensos.

ARENAS PARDAS, ARCILLAS Y DOLOMIAS.

Los materiales que comprenden esta unidad sedimentaria se localizan en el centro, este y sur de la Hoja de Torrelaguna (19-20), se apoyan unas veces sobre rocas graníticas y metamórficas y otras sobre la unidad descrita en el párrafo anterior, siendo siempre el contacto de carácter erosivo. El basamento hercínico a veces, aparece edafizado.

Esta unidad sedimentaria tiene un espesor medio de unos 40 m., y está formada por arenas de color pardo, areniscas con cemento dolomítico de igual color y arcillas grises. Las arenas y areniscas están organizadas en cuerpos de 0,1 a 1 m. de espesor y una longitud que varía de 0,5 a 10 m. Interiormente presentan estratificación cruzada, superficies de reactivación, ripples simétricos, bioturbación y moldes de valvas de moluscos. Intercalados con estos cuerpos detríticos hay niveles de arcillas grises cuyo grosor varía de 0,1 a 0,5 m. En algunos tramos se detecta la presencia de glauconita.

Las areniscas con cemento dolomítico son wakestone, grainstone y packstone, según la clasificación de DUNHAN (1961). El cemento está parcialmente dedolomitizado a calcita, lo que ha originado una liberación de óxidos de hierro. La disolución de los carbonatos ha dado lugar a la formación de arenas pardas. Este color tan típico se debe, por un lado, a la composición mineralógica de los materiales detríticos que son ricos en ferromagnesianos, como le sucede a la biotita y a la glauconita y por otro a la liberación de los iones de hierro que contienen los carbonatos al sufrir éstos dedolomitización y disolución. Las arcillas grises, deben su color a la presencia de materia orgánica y nos hablan de condiciones de tranquilidad dentro de un medio reductor.

El medio sedimentario donde se produjo la sedimentación de esta unidad, pensamos, fué una plataforma continental, posiblemente dentro de la zona próxima a la costa. La presencia de glauconita nos indica transformaciones singenéticas complejas, a partir de cuarzo, feldespatos, micas y pelets en un ambiente marino tranquilo. Posteriormente en una diagénesis temprana se produciría la cementación dolomítica, mientras que procesos diagenéticos más tardíos darían lugar a los procesos de dedolomitización y disolución. Estos últimos se produjeron, probablemente, en ambientes vadosos y/o freáticos, lo que implica que se produjo la emersión de la unidad antes de que se sedimentase la formación suprayacente. Esta exposición subaerea queda confirmada por la presencia de una costra ferruginosa a techo de la unidad y por el carácter erosivo que tiene el contacto de la formación suprayacente sobre ella.

No hemos encontrado fauna que nos permita datar esta unidad, si bien se han encontrado bivalvos (Janira sp.), gasterópodos y equinodermos. ALONSO () le adjudica edad Turoniense debido a que fuera de la Hoja ha podido precisar esta edad.

La posición estratigráfica de esta unidad en relación a otras unidades de extensión regional merece un pequeño comentario. En hojas

vecinas a la de Torrelaguna, como son las de Valdepeñas de la Sierra (20-20) y Villaviciosa de Odón (18-22), se ha situado a esta unidad por debajo de la formación "Arenas y arcillas de Segovia", y haciéndola equivalente a la formación "Arenas y arcillas de Castro de Fuentidueña". Sin embargo, nosotros pensamos que "Arenas y arcillas de Segovia" puede ser coetánea con la unidad que estudiamos en este apartado, ya que las superficies de discontinuidad que limitan a ambas, en la base y en el techo, son las mismas. Así las dos se apoyan discordantemente sobre un basamento hercínico edafizado y su techo está limitado por la misma formación carbonatada cretácica, además intercalados entre esta unidad, se encuentran niveles de sedimentos con características litológicas similares a "Arenas y arcillas de Segovia" (facies Utrillas). Todo ello nos hace pensar que "Arenas y arcillas de Segovia" y la unidad estudiada en este apartado, son subunidades de una misma unidad de rango mayor, que agruparía a las dos. Con todo se necesita estudiar el problema, más intensamente, en áreas próximas para así poder resolverlo.

ARENAS, ARCILLAS Y CONGLOMERADOS. FORMACION "ARENAS Y ARCILLAS DE SEGOVIA".

La presente unidad, definida por ALONSO (1981), se apoya sobre un relieve ligeramente irregular del basamento granítico o metamórfico que está a veces alterado, incluso profundamente alterado, manifestándose este fenómeno por un enriquecimiento en óxidos férricos, en granos de cuarzo y caolín, por pérdida de feldespatos y minerales ferromagnesianos y por desorganización de los materiales.

Es una formación esencialmente detrítica siliciclástica cuyo espesor puede alcanzar los 30 m. En general parece bastante homogénea, sin embargo en la Hoja de Segovia (18-19) se observan de base a techo, tres tramos con granulometría distinta, El basal sería areno-gravoso, el intermedio areno-arcilloso y el superior areno-gravoso. En el resto de la región no se ha observado esta división bien porque no existe, bien por dificultades de observación.

Los cuerpos arenosos de esta formación tienen un espesor que varía de 0,1 a 1 m. Su forma es tabular, ligeramente cóncava e interiormente están organizados en cuerpos más pequeños o sets que muestran estratificación cruzada y están limitados por superficies de reactivación. Otras estructuras sedimentarias observadas en estos cuerpos son ripples de oscilación y de corriente, así como cementaciones de sílice (ópalo).

Litológicamente las arenas se componen por cuarzo y en menor proporción por feldespatos y micas, parcialmente transformados a caolín.

Otras granulometrías que forman los cuerpos son gravas, cantos y arcillas. Las gravas y cantos aparecen unas veces en la base de los cuerpos arenosos, formando a modo de tapiz y otras constituyendo la totalidad del cuerpo. En el primer caso se forman en la zona del pie del set o foreset, en el segundo corresponden a "barras" de cantos.

Las arcillas son caolínicas y se presentan bien en forma de lentejones, discontinuas, bien en forma de "cantos blandos" situados dentro de los cuerpos de granulometría mayor. También aparece arcilla en forma de película rodeando a los granos de cuarzo, o bien tapizando superficies de reactivación (mud drapes).

Las direcciones de desplazamiento de los cuerpos detríticos son dos N 50° E y N 5° E, siendo predominante la primera. Estas dos direcciones se manifiestan con dos sentidos de movimiento opuestos.

Además de los materiales detríticos anteriormente descritos, se encuentran en esta unidad encostramientos de óxido férrico. Estos aparecen de dos formas distintas, unos son horizontales y otros verticales, encontrándose los segundos unidos a los primeros por debajo de ellos. La situación de las costras dentro de la columna sedimentaria varía a lo largo de la región estudiada así como su número, sin embargo permanece constante la presencia de un encostramiento situado en el techo de la formación.

Dadas las estructuras sedimentarias anteriormente descritas pensamos que la formación "Arenas y arcillas de Segovia" ha pasado por los siguientes abatares,

Su sedimentación se produjo en un medio tractivo, donde imperaban las direcciones de corriente con dos sentidos de movimiento opuestos. Este medio arrastraba arenas y gravas en forma de "barras", no siendo este desplazamiento continuo, sino que sufría interrupciones que quedaban registradas en forma de superficies de reactivación y sedimentación de arcillas. Estas arcillas caoliníferas presentes en el medio podrían provenir del retrabajamiento de los paleosuelos instalados sobre el paleozoico, y dan lugar, cuando la energía del medio decrece, a los niveles lenticulares de arcillas. Los cantos blandos se originan por la erosión de estos mismos niveles,

De lo anteriormente referido se deduce que el medio tractivo estaría posiblemente influido por mareas, como así lo indican, los dos sentidos opuestos de movimiento de las corrientes y la presencia de superficies de reactivación tapizadas por arcillas y la de ripples de oscilación. Esta presencia mareal se confirma porque las direcciones de desplazamiento de los cuerpos coincide con direcciones de desplazamiento de sedimentos marinos más modernos,

Posteriormente a la sedimentación de la formación se produjeron una serie de procesos diagenéticos, que ocasionaron la formación de los encostramientos férricos, alteración a caolín de feldspatos y micas y las cementaciones de sílice. Estos procesos se produjeron dentro de ambientes freáticos y vadosos. En ellos encontraríamos fluidos con diversos tipos de pH y distintos grados de oxidación que producirían el ataque a los silicatos, la liberación de sílice, coloidal, de hierro en estado ferroso y de otros iones, produciéndose finalmente la formación de costras férricas, cementaciones de ópalo y películas de caolín alrededor de los granos de cuarzo.

Estos procesos diagenéticos son propios de ambiente continental y se produjeron antes que la formación suprayacente cretácica se sedimentase,

En algunos puntos de la Hoja de Segovia se encuentran cementaciones de carbonato en forma de nódulos. Estos han sido estudiados por AZCONA y MINGARRO (1968), que señalan la naturaleza calcítica del cemento. La génesis de estos nódulos, es claramente posterior a los procesos diagenéticos expuestos, ya que se han formado por la percolación de aguas cargadas de carbonatos procedentes de formaciones cretácicas suprayacentes,

La edad de la formación es difícil de establecer, si bien ALONSO (1981) la adjudica una edad que oscila entre Coniaciense medio para la base de la formación a Coniaciense medio-superior para el techo, deduciendo ésta mediante criterios de correlación estratigráfica. Con todo es posible que sea más antigua y que sea Turoniense ya que en el sur de la Sierra, esta formación, creemos que pasa lateralmente a otra unidad cuya edad ha sido establecida como Turoniense.

DOLOMIAS ROJAS Y ARCILLAS.

Esta unidad no ha sido definida formalmente, si bien la constancia de los sedimentos que la integran, así como su extensión, ya que se encuentra en las Hojas de Segovia (18-19), Valverde del Majano (17-19) y Torrelaguna (19-20), permitirían definirla como tal. Su espesor es muy reducido pues no supera los 3 m., apareciendo de una forma discontinua.

Se encuentra situada entre las formaciones "Arenas y arcillas de Segovia" y la "Dolomias tableadas de Caballar" siendo el tránsito a las dos formaciones, neta y erosiva.

Los materiales que la componen son dolomías, arcillas y en menor proporción areniscas con cemento dolomítico. En esta unidad es característico el color rojo de las dolomías que adquieren un tono de ladrillo.

Las dolomías son mudstone y wackestone según la clasificación de DUNHAN (1961) siendo el cuarzo, el elemento más abundante y en menor proporción se encuentran feldespatos, micas y conchas de bivalvos. En algunas muestras se ha detectado la presencia de glauconita. Estas dolomías aparecen en forma tabular con un grosor de 10 a 30 cm, y una extensión lateral de decenas de metros. Interiormente se observan, pedotubulos y estratificación cruzada, aunque de forma desorganizada, ya que ha debido de sufrir edafizaciones. Las dolomías están en parte dedolomitizadas.

Las areniscas con cemento dolomítico se componen de cuarzo y se presentan en forma de pequeños cuerpos de 0,5 m. de grosor, intercalándose dentro de las dolomías, éstas tienen a veces un aspecto desorganizado, apareciendo los granos dispersos en una matriz arcillosa. Las escasas direcciones de desplazamientos medidas en los cuerpos nos indican que éste era N 5° E.

La tercera litología que aparece en esta unidad es la arcilla, la cual se manifiesta intercalada entre las dolomías y tiene colores verdes y gris oscuro.

Dadas las características estructurales y litológicas anteriormente descritas, pensamos que el medio donde se produjo la sedimentación de la unidad era carbonatado y poco enérgico como así lo indica la presencia de los carbonatos y las arcillas, si bien se darían episodios de mayor energía para poder depositarse arenas. En él habría zonas con ambiente reductor donde se sedimentaron las arcillas de color gris oscuro. Las edafizaciones señaladas por la presencia de pedotubulos y la dispersión de los granos de arena dentro de una matriz arcillosa, son difíciles de situar en el registro cronológico, pero pudo ser o bien coetánea con la dolomitización que experimentó la unidad, o bien posterior a ella coincidiendo con una fase de emersión previa a la sedimentación de la formación suprayacente. De todo lo expuesto se deduce que el medio de sedimentación de la unidad era un medio de transición marino-continental.

Posteriormente a los procesos anteriores se produjo una parcial dedolomitización, que tuvo como consecuencia la liberación de iones de hierro que al oxidarse otorgan el color rojo a la unidad,

La edad es difícil de precisar, ya que no hemos encontrado fauna que nos permita datarla, pero al estar situada la unidad entre la formación "Arenas y arcillas de Segovia", a cuyo techo se le atribuye, edad Coniariense medio-superior, y entre la formación "Dolomías tableadas de Caballar" de edad Coniaciense superior-Santoniense inferior nos permite pensar que la edad de esta unidad sea Coniaciense superior,

FORMACION DOLOMIAS TABLEADAS DE CABALLAR,

Esta formación es equivalente a la definida informalmente como "Calizas, margas y dolomías de Castrojimeno-Hontoria" por ALONSO (1981), encontrándose representada en la presente hoja por los miembros "Areniscas y arcillas de Hontoria" y "Dolomías tableadas de Caballar". El primero tiene un claro carácter detrítico siliciclástico y el segundo es la naturaleza carbonática,

La relación de esta formación con las unidades infrayacentes y suprayacentes se hace mediante superficies erosivas. Así unas veces se apoya sobre la unidad carbonatada, descrita en el apartado anterior y otras sobre la formación "Arenas y arcillas de Segovia". A su vez el carácter erosivo de la formación suprayacente hace que el espesor de esta unidad sea variable llegando incluso a desaparecer como sucede al suroeste de Segovia junto al arroyo de Tejadilla,

ARENAS PARDAS, ARENISCAS Y ARCILLAS. MIEMBRO ARENISCAS Y ARCILLAS DE HONTORIA.

El miembro fué definido por ALONSO (1981) encontrándose situado en el ángulo sureste de la Hoja de Valverde del Majano (17-19) y en la Hoja de Segovia (18-19) al oeste de un meridiano que pasase por La Lastrilla. Su espesor es variable pero no supera los 40 m.

Está formado por arenas de cuarzo que en gran parte están cementadas por dolomita, las arenas cementadas por dolomitas son grainstone y packstone según la clasificación de DUNHAM (1961), las que no lo están tienen un color amarillento típico. Se organiza en cuerpos cuyo espesor varía de 0,2 a 3 m.

Los cuerpos con grosor entre 0,2 y 1 m. tienen forma lenticular e interiormente presentan estratificación cruzada, laminación off shooting, cantos blandos y bioturbación de los tipos Thalassinoides y Skolithos; la forma lenticular de algunos de los cuerpos es similar a la morfología hummock, originada por la acción de tormentas.

Los cuerpos, cuyo espesor está comprendido entre 1 y 3 m., tienen formas más tabulares y una extensión lateral que supera algunas decenas de metros, interiormente se organizan en sets cuyos límites están señalados por la presencia de superficies de reactivación; estos sets manifiestan a veces sentidos de desplazamiento opuestos, trepando en este caso unos sets por las superficies de reactivación que limitan a los otros. Las direcciones de desplazamiento de los cuerpos, tanto los mayores como los menores son N 50° E y N 130° E, manifestándose en cada una de las direcciones dos sentidos opuestos de movimiento.

De las características estructurales descritas, se deduce que el medio donde se produjo la sedimentación de este miembro, era una plataforma continental sometida a fuertes condiciones energéticas. Este ambiente energético viene regulado por la acción de mareas y tormentas, la presencia de los primeros queda registrada por los dos sentidos opuestos de desplazamientos de los cuerpos, así como por las paradas que experimentaban los mismos y que se indican mediante las superficies de reactivación; a su vez la acción de las tormentas se manifiestan mediante las estructuras hummock y off shooting.

Posteriormente a la sedimentación del miembro se realizó la dolomitización del mismo y más tarde la dedolomitización y disolución de parte de la cementación. Estos dos últimos procesos ocasionaron la liberación de iones de hierro que al oxidarse rodearon con una película a los granos de cuarzo sueltos, adquiriendo estos el color amarillo típico.

Los referidos procesos originados posteriormente a la sedimentación, son diagenéticos y se producen en ambientes vadosos y freáticos, lo que quiere decir que el miembro ha permanecido emergido después de la sedimentación durante un tiempo anterior a la deposición de la unidad marina suprayacente. Esta emersión queda confirmada por el carácter erosivo de la formación suprayacente sobre ella.

DOLOMIAS TABLEADAS, MARGAS Y ARCILLAS. MIEMBRO DOLOMIAS TABLEADAS DE CABALLAR

Este miembro fué definido por ALONSO (1981) manifestándose en la Hoja de Torrelaguna (19-20) y en la Hoja de Segovia (18-19). Su espesor es variable pero no supera los 30 m., estando su techo erosionado por la formación suprayacente.

En la Hoja de Segovia este miembro se apoya erosivamente unas veces sobre la formación carbonatada roja descrita en el párrafo anterior y otras sobre la formación "Arenas y arcillas de Segovia". En la Hoja de Torrelaguna se apoya a su vez bien sobre la unidad de "Arenas pardas, arcillas y dolomías" bien sobre la unidad carbonatada de color rojo.

Este miembro pasa lateralmente al miembro "Areniscas y arcillas de Hontoria" como se observa en la Hoja de Segovia, al oeste de Zamarramala y La Lastrilla.

El miembro está compuesto por una superposición de cuerpos tabulares detrítico-dolomíticos entre los cuales hay intercalados niveles arcillo-margosos de color verde y gris-negro. Según sea la proximidad al miembro "Areniscas y arcillas de Hontoria" al que pasa lateralmente varía el espesor y la granulometría de los sedimentos; así en las áreas próximas los espesores y granulometrías de los cuerpos tabulares son mayores que en áreas alejadas de él donde las intercalaciones arcillosas alcanzan un mayor grosor.

Los cuerpos tabulares tienen base plana y erosiva, apoyándose bien sobre las intercalaciones arcillosas bien sobre otros cuerpos planares. Internamente presentan estratificación cruzada de bajo ángulo y planar, que suele estar situada en la base, mientras que hacia techo se encuentran ripples de corriente y de oscilación; también se observa en los cuerpos una granoclasificación positiva, que oscila de arena gruesa en la base a limos en el techo. Existe además bioturbación que se manifiesta de un modo peculiar; ésta consiste en perforaciones realizadas desde el techo del cuerpo hacia la base, teniendo un primer recorrido vertical para luego incurvarse y formar galerías con diferentes orientaciones; parte de los organismos que produjeron estas estructuras eran bivalvos, de alguno de los cuales se ha conservado su molde dentro de la perforación. Los tubos de las perforaciones, que tienen un grosor de pocos centímetros y forma cilíndrica, contienen a veces nódulos de pirita.

El espesor de los cuerpos varía de 0,1 a 1 m., siendo su color crema. Según la clasificación de DUNHAN (1961) son mudstone y wackestone, siendo el cuarzo el principal componente de los granos en mucha menos proporción se encuentran glauconita y cantos blandos.

La interpretación sedimentológica que se hace de la unidad puede ser algo polémica. Así una interpretación puede ser considerar a los cuerpos tabulares como secuencias de somerización (shallowing upwards). Otra posibilidad distinta es interpretarlas como turbiditas, correspondiendo a secuencias de Bouma, que están relacionadas con

episodios de tormenta, las cuales han sido registradas en el miembro "Areniscas y arcillas de Hontoria", con el que se relaciona lateralmente. Esta segunda interpretación estaría además apoyada, a nuestro juicio, por la ausencia de estromatolitos algales, ya que la laminación paralela que podría representarlos, corresponde, donde mejor se las ha podido observar, a corrientes tractivas. También se justifica por la falta de criterios de emersión, a techo de los cuerpos, así como por la clara relación que se da entre este miembro y "Areniscas y arcillas de Hontoria", el cual se ha originado en parte mediante tormentas. Además la bioturbación, que afecta a los cuerpos, no se inicia hasta que se ha sedimentado entero el cuerpo, a diferencia de las secuencias de somerización donde la bioturbación va al paso de la formación de la secuencia; esto quiere decir que la sedimentación del cuerpo sería rápida.

Por otra parte la sedimentación de arcilla verde y gris oscuro nos hablan de condiciones de tranquilidad dentro de un ambiente a veces reductor.

Todo lo anteriormente dicho nos hace pensar en un área de sedimentación correspondiente a un sector de plataforma continental poco afectada por corrientes mareales y tormentas a diferencia del miembro "Areniscas y arcillas de Hontoria". En esta área se sedimentaron los materiales puestos en suspensión de forma turbulenta por la acción del oleaje; esta zona menos agitada podría deber su tranquilidad bien a una mayor profundidad, al estar por debajo del nivel de olas o bien a estar defendida por algún accidente topográfico que solo sería superado en condiciones excepcionales.

Posteriormente a la sedimentación de la unidad se produjo la dolomitización de la misma. Más tarde se produjeron procesos de disolución parcial de los granos de cuarzo y dedolomitización de la unidad. Todos estos procesos se originaron en ambientes vadosos y freáticos, lo que implica que antes que se depositara la formación marina suprayacente, este miembro igual que "Areniscas y arcillas de Hontoria" sufrió un período de emersión.

La edad de la formación "Dolomías tableadas de Caballar" que agrupa a los miembros "Areniscas y arcillas de Hontoria" y "Dolomías de Caballar", tiene según ALONSO (1981) edad Coniaciense superior-Santonense inferior.

FORMACION "CALIZAS Y DOLOMIAS DE CASTROJIMENO".

La formación "Calizas y dolomías de Castrojimeno" es equivalente a la formación "Calizas, dolomías y areniscas dolomíticas de Linares-Ituero" (ALONSO, 1981), estando representadas en la presente hoja por los miembros "Areniscas dolomíticas de Ituero y Lama" y "Dolomías de Montejo de la Vega" (ALONSO, 1981).

MIEMBRO ARENISCAS DOLOMITICAS DE ITUERO Y LAMA.

Este miembro es esencialmente detrítico siliciclástico encontrándose en menor proporción construcciones arrecifales de rudistas y de estromatolitos algales. El espesor de la unidad no supera los 40 m.

La relación del miembro con la unidad infrayacente es de carácter erosivo, llegando incluso a hacerle desaparecer como sucede en la Hoja de Segovia (18-19) apoyándose unas veces sobre la formación "Dolomías tableadas de Caballar" y otras sobre "Arenas y arcillas de Segovia".

Los materiales detríticos son arenas medias y finas de cuarzo, como principal componente, encontrándose en menor proporción feldespatos y restos de moluscos, estando todos cementados por dolomita; según la clasificación de DUNHAN (1961) son wackestones y packstones. Estos depósitos siliciclásticos se organizan en cuerpos de 0,5 a 1,5 m. de espesor y tienen una extensión lateral de 5 a 10 m.; interiormente muestran estratificación cruzada, la cual a veces está distorsionada debido a bioturbación; esta bioturbación tiene estructuras del tipo Thalassinoides entre otras, siendo realizada por moluscos, equinodermos y/o crustáceos. Las direcciones de desplazamiento de los cuerpos nos indican que se movían según N 30° E y N 150° E.

Intercalados entre los depósitos siliciclásticos se encuentran estromatolitos algales y construcciones arrecifales; los primeros muestran porosidad fenestral y corresponden a mudstones y wackestones según DUNHAN (1961), los segundos están formados principalmente por rudistas (hipurítidos y radiolítidos) y otros moluscos, además de fangos carbonatados. Las construcciones arrecifales de rudistas adoptan dos formas, unos tienen un aspecto lenticular y una extensión que no supera los 50 m., recibiendo el nombre de "patches"; mientras que una segunda forma adquiere una extensión lateral que supera los 100 m. y una morfología estratiforme, denominados biostromas.

Las relaciones entre los depósitos arenosos y las construcciones biológicas son de carácter erosivo, marcándose, a veces, el contacto entre ellos mediante encostramientos de óxidos de hierro (hardground), los cuales también han sido observados entre los cuerpos arenosos.

El tránsito a la unidad superior se hace de una forma gradual y a través de un tramo detrítico fino cuyo espesor es de unos 30-40 m. Esto se compone de una alternancia de niveles margarcillosos de 20 a 30 cm. de potencia y paquetes areniscos (arenas finas de cuarzo cementadas por dolomita) de igual grosor. Los niveles margarcillosos en algunos puntos son arcillas negras o grises, ricas en materia orgánica, y ocasionalmente con abundantes restos vegetales, como ocurre en la Hoja de Torrelaguna (19-20), al suroeste de Guadalix de la Sierra, junto al pantano del Vellón, allí se ha identificado la especie Frenelopsis oligostomata (ALVAREZ RAMIS, 1981; ALVAREZ RAMIS, et al., 1984), además de diferentes géneros de Angiospermas GÓMEZ PORTER, P. (1984).

Los materiales que componen este miembro muestran procesos diagenéticos, realizados posteriormente a la sedimentación y a la dolomitización la cual se pudo realizar casi singenéticamente o en condiciones diagenéticas tempranas. Estos procesos son dedolomitización, disolución parcial de los granos de cuarzo, karstificación que ha llegado a producir cavenosidades, las cuales están tapizadas por espeleotemas, óxidos de hierro y parcialmente rellenas por terra rossa; es curioso señalar que en láminas delgadas se ve a minerales como el circón obturar las microgalerías que ha producido la karstificación,

El medio sedimentario donde se produjo la sedimentación de este miembro corresponde a una plataforma marina somera, sometida a unas condiciones de gran energía dinámica donde se producirían intervalos de exposición subaerea en esta plataforma. En zonas protegidas o en periodos de menor energía se formaban los cuerpos arrecifales de rudistas, los cuales eran recubiertos por arenas cuando estas condiciones eran superadas. La somerización del medio se deduce por la presencia de estromatolitos algales y edificios arrecifales, mientras que la exposición subaerea queda registrada por encostramientos. Esta situación de somerizaciones podría favorecer la dolomitización diagenéticamente temprana de la unidad,

A su vez el medio donde se produjo la sedimentación del tramo de transición era menos energético, también somero, con zonas de ambiente reductor, como indica la preservación de materia orgánica y con aportes del continente manifestados por la presencia de plantas continentales. Este medio podría corresponder con una zona de marismas,

La edad de esta unidad puede establecerse en Santoniense medio para la base y Santoniense medio-superior para el techo (ALONSO, 1981).

MARGAS, DOLOMIAS Y ARENISCAS. MIEMBRO "DOLOMIAS DE MONTEJO DE LA VEGA".

El miembro "Dolomías de Montejo de la Vega" (ALONSO, 1981) pertenece a la misma formación que el miembro "Areniscas dolomíticas de Ituero y Lama", sobre el cual se apoya; el tránsito entre los dos miembros se realiza de una forma gradual y através de un tramo detrítico-carbonatado, cuyas características describimos en el párrafo anterior. Esta unidad es transgresiva sobre la inferior ya que en el ángulo noroeste de la Hoja de Valverde del Majano (17-19), se apoya sobre la formación "Arenas y arcillas de Segovia" no estando representadas las unidades intermedias entre las dos.

Las características litológicas y estructurales de este miembro son similares a las descritas en "Areniscas dolomíticas de Ituero y Lama". Así "Dolomías de Montejo de la Vega" está compuesta por arenas de cuarzo, y en menor proporción conchas de bivalvos, que están cementados por dolomita; también este miembro contiene intercalados, entre los cuerpos arenosos, arrecifes de rudistas y estromatolitos algales.

También las relaciones existentes entre las diversas litologías son las mismas que en "Areniscas de Ituero y Lama", existiendo hard-grounds y teniendo las mismas direcciones de desplazamiento de los cuerpos arenosos.

Las diferencias existentes entre los dos miembros no son grandes, así los cuerpos areniscas de esta unidad tienen una relación espesor/longitud menor que la que tienen las areniscas de "Areniscas de Ituero y Lama", también en este miembro las conchas de moluscos son más abundantes que en la unidad infrayacente.

El tránsito de la unidad a la formación suprayacente no está clara, pues en las hojas de Segovia (18-19) y Valverde del Majano (17-19) se hace aparentemente de una forma gradual mediante sedimentos arcillo-margosos de color crema, que tienen un espesor de unos 40 m; sin embargo en la Hoja de Torrelaguna (19-20) este tramo intermedio no se observa, realizándose el tránsito de una forma mas neta.

El medio donde se produjo la sedimentación del miembro será similar al medio donde se produjo la deposición de "Areniscas de Ituero y Lama", es decir una plataforma continental, somera, con episodios de exposición subaerea.

La edad del miembro se ha calculado en Santoniense superior (ALONSO, 1981).

DOLOMIAS, MARGAS Y ARCILLAS. FORMACION "DOLOMIAS Y MARGAS DEL VALLE DE TABLADILLO".

Esta formación es de naturaleza carbonatada, encontrándose sedimentada sobre la formación "Dolomías de Montejo de la Vega"; en las Hojas de Segovia (18-19) y Valverde del Majano (17-19) situadas al norte de la Sierra de Guadarrama, el tránsito de una formación a otra se realiza mediante un tramo arcillo-margoso de color crema, cuyo espesor puede alcanzar los 40 m., mientras que en la Hoja de Torrelaguna (19-20) al sur de la sierra falta este tramo intermedio, depositándose directamente sobre "Dolomías de Montejo de la Vega".

La presente unidad se compone de dolomías de color crema, margas y arcillas grises y rojas. Las primeras corresponden a grainstones, wakestones y mudstones de 0,5 a 1 m. de grosor; los grainstones están compuestas de oolitos, conchas de moluscos y en menor proporción granos de cuarzo, e interiormente muestran estratificación cruzada de surco aunque esta se encuentra muy difuminada debido a la dolomitización que le ha afectado; a su vez las wakestones y mudstones presentan laminación horizontal que viene marcada por porosidad fenestral y alineaciones de pellets, restos de fósiles y granos de cuarzo, si bien es difícil observar la laminación a causa de la intensa bioturbación y dolomitización que han sufrido los sedimentos.

Los niveles margo-arcillosos se presentan intercalados entre los cuerpos dolomíticos, siendo su color verde y rojo, dentro de estos niveles y de los estratos de dolomía se encuentran dispersos cristales de yeso tipo selenita y algunas silicificaciones.

En la Hoja de Torrelaguna (19-20) esta formación ha perdido casi todas las estructuras sedimentarias anteriormente descritas, al sufrir una disolución muy intensa que le da un aspecto brechoidal, sin embargo se conservan zonas que no han sufrido tan intensamente la disolución, donde se observan los oolitos, moldes de moluscos y cristales de yeso tan característicos de esta formación; la posible abundancia de cristales de yeso ha debido favorecer la disolución del sedimento adquiriendo este una forma brechoidal. Esta formación ha sido descrita por diversos autores como de edad terciaria y sedimentada en ambiente continental, si bien otros como NODAL y AGUEDA (1974), la consideran de edad Senoniense. También nosotros por los criterios previamente descritos pensamos que es de edad Cretácica, pero le adjudicamos una edad Camponiense, ya que consideramos que pertenece a la formación "Dolomías y margas del Valle de Tabladillo", a la cual ALONSO (1981) le adjudica esa edad.

Dadas las características sedimentarias que tiene la formación creemos que ésta se sedimentó sobre una plataforma continental muy somera, sometida a condiciones ambientales áridas y restringidas, es decir sería una llanura litoral tipo sebkha. Esta interpretación se justifica por la presencia de estromatolitos algales, yesos, acumulaciones de conchas de moluscos, e intensa dolomitización.

Posteriormente a la dolomitización de los sedimentos, la cual posiblemente fué casi sinéctica con su deposición, se produjeron

diversos procesos diagenéticos como dedolomitización, disolución de carbonatos y silicificaciones de los mismos. La disolución de los carbonatos se manifiesta por la creación de distintos tipos de porosidad, como son la móldica y la fenestral; la primera adopta la forma de las conchas de los moluscos y de los cristales de yeso, la segunda marca la laminación de los estromatolitos algales; cuando la disolución es intensa, el sedimento adquiere un aspecto brechoidal. Después de la disolución o quizás simultáneamente con ellos se produjeron silicificaciones dentro de la formación, adquiriendo estos la cristalinidad de calcedonita, cuarcina y cuarzo.

Todos los procesos diagenéticos descritos son propios de ambientes freáticos y vadosos, lo cual nos dice que después de la sedimentación de la formación en un medio marino, se produjo la emersión de los mismos, previamente a la deposición de la siguiente formación.

GRAVAS, ARENAS SILICEAS Y ARCILLAS.

Se sitúan inmediatamente sobre los afloramientos cretácicos carbonatados atribuidos al Campaniense, mediante una relación cuya problemática se expone a continuación.

En principio es generalizada la opinión de que existe una neta separación entre las facies carbonatadas cretácicas y los sedimentos detríticos silíceos que se suponen terciarios LEGUEY *et al.* (1984), PORTERO *et al.* (1984). Sin embargo el aspecto general de estos últimos es semejante al que presentan otras cuñas detríticas intracretácicas de la región, tales como las "Arenas de Carabias" y las "Arenas y arcillas de Segovia", por lo que no cabría esperar de unas un tratamiento demasiado desligado de las otras, sino más bien lo contrario. Sus analogías litoestratigráficas y mineralógicas con esas indentaciones claramente cretácicas las sitúan a priori en ese contexto.

Además no existe ninguna evidencia de que ese contacto presente discordancia angular, ni tampoco se encuentran en esas arenas silíceas elementos carbonatados que deduzcan la erosión del cretácico en esa época, como sí ocurre en la unidad suprayacente, claramente terciaria.

Sin embargo existe una discontinuidad entre los sedimentos detríticos y las facies carbonatadas, marcada por una brechificación por disolución diferencial, que afecta a estas últimas, y que se intensifica al sur de la sierra de Guadarrama en la Hoja de Torrelaguna (19-20).

Por tanto aunque queda descartada una etapa de erosión manifiesta, entre ambos depósitos, si hay que admitir al menos un período de emersión, situación ya producida anteriormente en varias etapas del Cretácico.

Por el contrario, el techo de la formación silícea si está afectado por una etapa erosiva importante, que deja impresa la huella de un paleorelieve sobre el que se emplazarán los sedimentos paleógenos, tan característico a ambos lados del Sistema Central.

El máximo espesor de la formación puede superar los 50 m. Por lo general presenta una potencia irregular.

Estos sedimentos detríticos silíceos tienen características litológicas y estructurales, así como unos límites constantes, que permitirían definir con ellos una unidad formal, pudiéndose distinguir además a diferentes subunidades.

Al norte de la sierra de Guadarrama, hojas de Segovia (18-19) y Valverde del Majano (17-19), se pueden distinguir en estos sedimentos, tres subunidades, situadas de base a techo. La más basal está formada por arenas y arcillas, la intermedia es fundamentalmente arcillosa y la situada a techo está compuesta por arenas y gravas. Los tránsitos entre las subunidades parece que se realizan de una forma gradual, pero no es descartable que existan discontinuidades entre ellas.

La subunidad basal tiene un espesor de unos 15 m, y está formada por arenas de cuarzo, encontrándose en menor proporción feldespatos y micas; estos últimos están parcialmente alterados, Intercalados con las arenas hay arcillas con colores blancos, verdes y rojos,

Los depósitos arenosos se organizan en cuerpos lenticulares que interiormente muestran estratificación cruzada y superficies de reactivación; la dirección de desplazamiento de los cuerpos es N 30° E, teniendo dos sentidos opuestos de movimiento, A su vez las arcillas se presentan unas veces en forma de lentejones intercalados entre los cuerpos arenosos, otras en forma de láminas recubriendo las superficies de reactivación y otras dispersas entre los granos, recubriéndolos a modo de película,

La subunidad formada por arcillas tiene unos 20 m, de espesor y está formada por arcillas verdes, pardas y algún nivel de color negro, Intercalados con las arcillas se encuentran escasos paquetes de arenas de cuarzo, estas arenas están muy alteradas habiendo sido cementadas por calcedonita y ópalo, Otro dato importante a reseñar dentro de este tramo es la presencia de pedotúbulos silíceos, con algunos centímetros de longitud situados entre las arcillas,

La subunidad superior litológica y estructuralmente es parecida a la basal, si bien es de un carácter detrítico más grueso y presenta encastramientos ferruginosos que aparecen con más frecuencia que en el tramo basal, También debido al carácter más grueso de este tramo, aparecen en él, gravas que se disponen bien en la base de los cuerpos de arenas, bien formando estratos con estratificación cruzada,

Dadas las características litológicas y estructurales descritas en esta unidad pensamos que el medio donde se produjo la sedimentación de la misma, corresponde a un medio de transición marino-continental, En este medio la influencia marina se marca, entre otras estructuras, por la dirección de desplazamiento de los cuerpos detríticos que coinciden con direcciones de desplazamiento de formaciones marinas cretácicas anteriores; además esta dirección tiene dos sentidos opuestos de movimiento, lo cual indica influencia de las mareas, criterio que viene apoyado por la presencia de arcilla tapizando las superficies de reactivación, siendo esta última frecuentemente encontrada en depósitos mareales, A su vez la influencia continental se refleja por la presencia de pedotúbulos y por las películas de arcillas rodeando los granos de cuarzo, así como por su dispersión en una matriz arcillosa, que nos hablan de que la unidad estuvo sometida a edafizaciones,

Localmente, en la Hoja de Segovia (18-19) , en las proximidades de Madrona, aparecen restos de vertebrados fósiles, fragmentados y desgastados, entre los que se han reconocido Quelonios, como más abundantes y Crocodilios,

Posteriormente a la sedimentación de la unidad se produjeron procesos diagenéticos, que produjeron la alteración de los granos de cuarzo y su cementación silícea, Otros procesos realizados, probablemente durante la diagénesis es la creación de costras ferruginosas, Todos estos procesos son propios de ambiente vadoso y freático,

En la Hoja de Torrelaguna (19-20) al sur de la Sierra de Guadarrama aparecen sedimentos detríticos-sulfatados apoyándose sobre la formación "Dolomías y margas del Valle de Tabladillo", el contacto entre los dos tipos de sedimentos es disconforme, ya que los primeros fosilizan una intensa karstificación que han sufrido las facies carbonatadas. Los materiales que componen la facies detrítico-sulfatada son arcillas rojo-verdosas y yesos, siendo su espesor variable, ya que son erosionados por unidades paleógenas detríticas, pero no superan los 30 m.

La sucesión estratigráfica, no es fácil de ver, ya que al ser materiales muy plásticos suelen ofrecer un aspecto caótico, sin embargo al este del pueblo de Torrelaguna es posible establecerla. Allí la base está formada, por aproximadamente 5 m, de arcillas rojas, que hacia techo son sustituidas por una alternancia de arcillas y niveles de yeso de 10-20 cm, de espesor y aspecto tabular que tiene una potencia de 10 m., a su vez esta alternancia es reemplazada por 3 m, de yesos, los cuales corresponden a la superposición de paquetes tabulares de 30-50 cm, de grosor, que interiormente muestran una fina alternancia de láminas de yeso y dolomita, entre las cuales hay intercalados nódulos de sílex y cuarzo; los yesos, hacia techo, dejan lugar a una alternancia de yesos y arcillas similar a la situada en la base y por último esta alternancia es sustituida por arcillas verdes y rojas.

El medio de sedimentación de esta unidad, corresponde claramente a una llanura mareal árida, tipo sebkha, donde la zona intermareal queda indicada por la presencia de la fina alternancia de yesos y dolomita cuyo origen se debe, posiblemente, a la acción de algas laminares.

Posteriormente a la sedimentación se produjeron procesos diagenéticos que ocasionaron disoluciones en los yesos, adquiriendo estas estructuras chickenwire y silicificaciones en forma de nódulos.

La situación cronoestratigráfica de esta unidad, puede ser discutible, si bien es clara su continuidad con los depósitos cretácicos, ya que no tiene materiales detríticos de la destrucción del cretácico, y el medio sedimentario es de influencia marina, a diferencia de los sedimentos terciarios que son continentales. Esta datación cretácea que fué reconocida por NODAL y AGUEDA (1974) y por PORTERO y AZNAR (1984) que les otorgan una edad que va del Cretácico terminal al Paleógeno, si bien incluyen dentro de ella a depósitos detríticos terciarios continentales. Esta unidad en su techo es erosionada por formaciones detríticas paleógenas que contienen litologías cretácicas.

Dado que esta unidad se ha originado en un ambiente marino, durante el cretácico y se apoya sobre la misma formación sobre la que se deposita la unidad de gravas, arenas silíceas y arcillas; estando ambas erosionadas por la misma formación terciaria, es razonable pensar que ambas unidades sean coetáneas, pudiendo coincidir la sedimentación de arenas y arcillas del tramo basal de la segunda unidad, con la sedimentación de arcillas en Torrelaguna y a su vez

realizarse la sedimentación del tramo intermedio formado por arcillas, en parte orgánicas, con la génesis de los yesos laminares, en este caso además tienen diagénesis parecidas ya que se producen silicificaciones en las dos. Por último el tramo detrítico superior de "gravas, arenas, síliceas y arcillas" puede coincidir con la sedimentación de arcillas en Torrelaguna.

La edad que atribuimos a esta unidad es Maastrichtiense, aunque es posible que en parte sea Paleocena.

SEDIMENTOS PALEOGENOS.

Los depósitos cretácicos están recubiertos, mediante una discordancia, por sedimentos de naturaleza litológica variada, pero con características comunes que permiten englobarlos dentro de una unidad sedimentaria, la cual no ha sido definida formalmente, y que estaría a su vez subdividida en otra de orden menor.

La sedimentación de la unidad, abarcarían todo un ciclo sedimentario, estando limitado por dos superficies de discontinuidad muy netas, situadas ambas en la base y el techo. Las distintas subunidades que se distinguen dentro de los sedimentos se describirán a continuación,

CONGLOMERADOS DE CANTOS Y BLOQUES POLIMITICOS.

Los materiales que integran esta subunidad son bloques, cantos y en menor proporción arena, estando cementados la mayor parte de ellos por carbonatos.

La naturaleza litológica de los bloques y cantos es diversa, así unos son de origen ígneo o metamórfico y otros carbonático. Se apoyan, allí donde se depositó el cretácico, discordantemente sobre él y donde no llegó el Cretácico lo hacen sobre el Dominio Hercínico, como en los sedimentos se encuentran rocas cretácicas, se deduce de ello que la sedimentación cretácica había acabado cuando se realiza la de la unidad y que el Cretácico servía de área fuente de la misma. El tránsito del ciclo cretácico establecido se hace mediante una discordancia que se pone de manifiesto por medio de un paleorrelieve, marcado frecuentemente por raices.

La subunidad aparece con iguales características, tanto en el borde norte de la Sierra de Guadarrama, hojas geológicas de Valverde del Majano (17-19) y Segovia (18-19) como en el borde sur, hoja de Torrelaguna (19-20). De muro a techo se observa una gradual diferenciación litológica que en la base es mayor el número de componentes cretácicos, llegando a desaparecer hacia el techo, el espesor es difícil de calcular, pues ha sido erosionada por formaciones terciarias y cuaternarias posteriores, pero puede llegar a superar los 100 m.

Los sedimentos que componen la subunidad se organizan en cuerpos de forma canalizada de 0,1 a 2 m, de potencia que interiormente muestran estratificación cruzada. Esta va marcada por los cantos y las arenas, mientras que los bloques se sitúan en la base de los cuerpos. La estratificación se halla muchas veces distorsionada por la acción de raices y por disolución de las rocas carbonáticas y posterior cementación carbonatada. La cementación va acompañada por arcillas filiformes como atapulgita y sepiolita y óxidos de hierro; estos últimos proceden de la liberación del hierro por parte de los sedimentos polimícticos al ser disueltos; el óxido férrico otorga a la unidad paleógena un color salmón típico. Los cuerpos se superponen unos a otros, teniendo intercalados algún nivel de limos arenosos de 0,5 a 1 m de espesor, que presentan pedotúbulos y marmorizaciones.

Dadas las características sedimentarias descritas pensamos que el medio donde se realizó la sedimentación de la subunidad corresponde a un ambiente continental recorrido por canales fluviales entrelazados. La energía tractiva de los canales sería grande ya que permitiría arrastrar cantos y arenas en forma de barras. En las zonas no cubiertas por los canales se depositarían, debido a desbordamientos, limos los cuales muestran signos de que han sido forestados y han sufrido etapas de mal drenaje. Cuando los canales dejan de funcionar, estos también experimentaron cementaciones carbonatadas y formación de arcillas filiformes, como son la sepiolita y atapulgita. Todos estos procesos indican que el clima que reina durante este período es árido con intervalos de más humedad.

Posteriormente a los procesos descritos se sucedieron otros vadosos y freáticos que aumentaron las disoluciones y cementaciones carbonatadas,

YESOS LAMINARES.

En la Hoja de Torrelaguna la subunidad anterior pasa lateralmente a depósitos detríticos-sulfatados, los cuales están representados por yesos laminares y arcillas grises y rojas. El espesor de la serie puede alcanzar los 40 m,

Los yesos están formados por una superposición de cuerpos tabulares de 5 a 10 cm, de espesor, que interiormente están formados por grandes cristales de yeso (selenita) dispuestos en empalizada,

Intercalados con los yesos se encuentran arcillas cuyo color varía de rojo a gris,

La interpretación sedimentaria que hacemos de estos depósitos es que se han originado en un área encharcada cuyas aguas estaban muy cargadas en sulfatos. En estos ambientes se producirían, de vez en vez, aportes de material detrítico, arrastrados por los canales fluviales situados en la subunidad anterior, originando la sedimentación de arcillas. Cuando no llegaban los aportes detríticos se produciría la sedimentación de los yesos. Obviamente el clima era árido,

CONGLOMERADOS DE CANTOS POLIMICTICOS Y YESOS DETRITICOS.

En la Hoja de Torrelaguna (19-20) la anterior subunidad pasa lateralmente a conglomerados de cantos polimicticos y yesos detriticos, estos yesos proceden de la erosión de yesos laminares cretácicos, los cuales se encuentran situados debajo de los depósitos detriticos. Los cantos, que son de tamaño pequeño, proceden del zócalo hercínico y de los carbonatos cretácicos, mientras que los yesos tienen tamaño arena.

Los sedimentos se organizan en cuerpos tabulares de pocos decímetros de espesor entre los que se intercalan algunos niveles arcillosos con 0,1 a 1 m, de potencia. Dentro de los cuerpos, los cantos se presentan bien tapizando la parte basal, bien con estratificación cruzada. A su vez los yesos muestran estratificación cruzada, estando acompañados por granos de cuarzo.

Otras características de esta subunidad son la presencia de cementaciones sulfato-carbonatadas y la formación de cuarzo autigénico.

La sedimentación se produjo mediante corrientes fluviales poco energías, las cuales se desplazarían a lo largo de una llanura de inundación, en ella se depositaban arcillas como resultado del desbordamiento de los canales, los cuales arrastraban barras de arena mediante aguas muy sulfatadas.

El clima que implica la sedimentación de sulfatos es claramente árido.

Posteriormente a la sedimentación se han producido procesos diagenéticos que han dado lugar a disoluciones de los componentes detriticos, cementaciones sulfato carbonatadas y formación de cuarzo autigénico.

ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS.

Gradualmente y hacia techo la subunidad conglomerática adquiere una granulometría más fina, manifestándose como una superposición de cuerpos arenosos, limos y arcillas. Estas litologías tienen un espesor variable pero pueden alcanzar los 50 m. Los sedimentos arenosos, que principalmente son de cuarzo y carbonatos tienen forma tabular e interiormente muestran estratificación cruzada y signos de haber sufrido edafizaciones, como son presencia de pedotúbulos, cementaciones carbonatadas y formación de arcillas filiformes (atapulgita y sepiolita). El color y la cementación está en relación con la presencia de depósitos carbonáticos, cuando éstos están presentes, el color de los sedimentos es rojo y se producen las cementaciones, cuando éstos no están el color es crema y las arenas no se cementan.

Las arcillas y limos, entre las cuales aparecen intercaladas las arenas, muestran signos claros de haber sufrido edafizaciones e hidromorfismo.

El medio sedimentario donde se produciría la deposición de la subunidad, sería una llanura aluvial, recorrida por canales fluviales que arrastraban barras arenosas, en la cual se sedimentaban las arcillas resultantes del desbordamiento de los canales, esta llanura era un área mal drenada como lo indican los procesos hidromórficos. El clima era árido como así lo señala la presencia de las arcillas (atapulgita y sepiolita) y las cementaciones carbonatadas.

CONGLOMERADOS DE CANTOS Y BLOQUES POLIMICTICOS.

Las unidades detríticas y sulfatadas anteriores pasan gradualmente hacia techo a materiales detríticos gruesos. Estos están compuestos por bloques y cantos de naturaleza diversa como son granitos, rocas metamórficas y carbonáticas. El espesor de los materiales es variable ya que el techo está erosionado por sedimentos más recientes pero puede alcanzar los 40 m.

Las características estructurales tanto singenéticas como diagenéticas son similares a las descritas en el párrafo homónimo a este. Por lo tanto el ambiente sedimentario donde se produjo la formación de la subunidad era similar.

Una vez descritos los rasgos sedimentarios de cada una de las subunidades y las relaciones que existen entre ellas podemos describir las características que tiene la unidad que la engloba y el medio sedimentario que la origina.

Esta unidad se crea mediante abanicos aluviales desarrollados en un clima árido que tenía periodos intermedios de más humedad. En ella se pueden reconocer los tramos que representan la cabecera de los abanicos como son las facies de conglomerados, mientras que los tramos más distales están representados por yesos y arcillas. La evolución de los abanicos a lo largo del tiempo puede ser compleja pero se reconoce una tendencia negativa en la sedimentación, es decir a ser más enérgica hacia techo, así se observa en la parte sur de la sierra, zona de Torrelaguna, donde la unidad posiblemente está más completa.

El relieve que da lugar a la formación de los abanicos no es el relieve actual de la Sierra de Guadarrama, ya que las direcciones de las corrientes y la distribución de las facies están en contradicción con las direcciones morfotectónicas de la sierra.

Pese a no haber encontrado fauna en los sedimentos de la unidad sedimentaria, éstos son correlacionables con sedimentos muy similares que se encuentran en la vecina hoja de Valdepeñas de la Sierra () que han sido datados como Eoceno medio - Oligoceno superior. SIERRA (1984). También los depósitos correlacionables con el yacimiento de vertebrados de los Barros, situados en el Valle del Amblés, próximo a la Hoja de El Espinar (), dentro de una facies arcósica similar a los sedimentos arenosos no cementados de la presente unidad. En esta hoja ya correlacionábamos los depósitos arcósicos pertenecientes a esta unidad con los del citado yacimiento. La edad del yacimiento es oligoceno medio. Por lo tanto podemos atribuir una edad Eoceno-Oligoceno medio, a los sedimentos estudiados en el presente apartado.

SEDIMENTOS NEOGENOS.

Apoyándose en los sedimentos de las formaciones anteriores mediante una discordancia angular y erosiva, se encuentran materiales de litología y granulometría muy variada, que podrían integrarse en una unidad, no definida formalmente, cuyos límites estarían indicados por dos discordancias situadas en la base y en el techo de la unidad. Esto implicaría la existencia de un segundo ciclo sedimentario de edad terciaria (Neógeno), que integraría a varias subunidades sedimentarias de las cuales trataremos a continuación. Las subunidades han sido consideradas por anteriores autores, como independientes las unas de las otras, adjudicándoles edades que variaban desde el Oligoceno al Cuaternario.

BLOQUES Y CANTOS.

Esta subunidad se caracteriza por la gruesa granulometría de los materiales que la componen. Así está formada por bloques, algunos de los cuales superan los 3 m, de diámetro y por cantos.

Los sedimentos se organizan en cuerpos canalizados de 1 a 3 m, de espesor, donde los bloques y cantos se encuentran en contacto entre sí, formando una burda imbricación; los huecos que dejan los bloques y cantos están rellenos por gravas muy gruesas y cantos pequeños. Los cuerpos se superponen unos a otros presentando una base irregular y erosiva, e intercalados entre ellos hay algún estrato formado por cantos pequeños que muestran estratificación cruzada.

Pensamos que el medio sedimentario donde se depositan estos materiales serían canales fluviales entrelazados, con una energía tractiva enorme. En este ambiente los cuerpos con estratificación cruzada corresponden a barras de cantos y los bloques imbricados son los depósitos residuales o de lag.

Esta subunidad ha sido reconocida a lo largo de todo el Sistema Central, tanto en la Cuenca del Duero como la del Tajo. El espesor de la misma es variable pero puede alcanzar los m.

CANTOS Y ARENAS.

Lateralmente, los materiales descritos en el párrafo anterior, pasan a sedimentos de granulometría más fina, como son cantos medios o pequeños y arena gruesa,

Estos se organizan en cuerpos canalizados de 0,5 a 1 m. de potencia e interiormente ofrecen estratificación cruzada de surco. Los cuerpos canalizados tienen base erosiva y están tapizados por cantos de tamaño mediano o pequeño, y de los formados por arenas tienen signos de haber sido edafizados en el techo,

Corresponden a una sedimentación realizada mediante canales fluviales de curso entrelazado, los cuales arrastraban barras de cantos y de arena gruesa. El espesor de la subunidad puede alcanzar los m.

ARENAS.

Los materiales descritos en el párrafo precedente, lateralmente pasan a facies menos gruesas, representados por sedimentos arenosos. Estos se organizan en cuerpos cuya forma es casi tabular, con base suavemente canalizada. Están formados en gran parte por arenas cuya granulometría varía de gruesa a fina.

Los cuerpos presentan estratificación cruzada tendida, superficies de reactivación, tapices de cantos pequeños en la base y edafizaciones a techo que pueden alcanzar a la totalidad del cuerpo, perdiéndose las estructuras sedimentarias y adquiriendo el estrato un aspecto desorganizado.

Intercalados entre los cuerpos de arena se encuentran limos arenosos que muestran procesos de hidromorfismo y edafización.

La sedimentación de esta subunidad se realiza mediante corrientes de agua que tenía cauces amplios y no profundos, circulando a través de una llanura cubierta por estos canales. Los cursos de agua arrastraban fangos arenosos, cuyo desplazamiento no es continuo sufriendo interrupciones ligadas posiblemente a descensos del caudal de agua. Los canales cuando dejaban de funcionar eran edafizados. El espesor de la subunidad puede superar los m.

LIMOS Y ARENAS.

Lateralmente los depósitos precedentes pasan a limos arenosos y arenas finas. Estos se organizan en cuerpos tabulares poco potentes de 0,1-0,5 m. de espesor, pero de gran extensión lateral. La subunidad está esencialmente formada por limos, conteniendo intercalados algunos estratos de arena fina.

Los cuerpos interiormente presentan estratificación cruzada muy tendida, superficies de reactivación y procesos edáficos a techo, que pueden alcanzar a todo el cuerpo, perdiéndose en este caso su organización interna.

Los estratos con sedimentos más finos muestran edafización e hidromorfismo propio de áreas mal drenadas.

En esta facies se encuentran algunos cuerpos limosos que están cementados por carbonatos.

La sedimentación de esta subunidad corresponde probablemente a la acción de cursos de agua poco enérgicos que circulaban por llanuras de inundación. Sus cauces arrastraban bancos de arena fina, los cuales sufrían etapas de parada ligadas posiblemente a descensos en el caudal. En la llanura de inundación se depositaban los sedimentos más finos, produciéndose situaciones de encharcamiento.

Las características estructurales y petrológicas descritas en los apartados anteriores nos indican que las distintas subunidades corresponden a sectores de "Abanicos Aluviales". Así las unidades de "bloques y cantos" se producirían en la zona de cabecera, las facies arenosas a los tramos medios y las facies limosas a los tramos más distales.

Las paleodirecciones observadas en los canales así como la distribución de las subunidades nos indican que los abanicos están relacionados con la lineaciones morfotectónicas de la Sierra de Guadarrama y dado que la formación infrayacente terciaria no debe su génesis a la morfología de la sierra, quiere decir que los depósitos que originan los abanicos están relacionados con el levantamiento de la Sierra de Guadarrama.

La composición litológica de los abanicos se ve muy afectada por el área madre donde proceden, como en la Sierra de Guadarrama, por dos áreas madres con diferente litología. Una está formada por rocas con cuarcitas y pizarras de edad Cámbrico-Ordovícica y la otra por granitos y rocas metamórficas de grado alto y medio. Tenemos como resultado abanicos con distinta composición litológica, los cuales cuando se unen entre sí forman litologías mezcladas. Esto se observa espléndidamente en la hoja de Valverde del Majano (17-19), allí tenemos las dos fuentes de aporte, una tiene su origen en el macizo paleozoico de Ojos Albos y la otra en los macizos graníticos de la Sierra de Guadarrama. El resultado es que cada subunidad se presenta con dos facies diferentes, la que es arcósica y la que es litoarenítica. Estas facies son "Bloques y cantos" de naturaleza

cuarcítica y "Bloques y cantos de origen ígneo y metamórfico, "Cantos y Arenas" de origen cuarcítico y "Cantos y Arenas" de procedencia ígnea y metamórfica, "Arenas" de naturaleza cuarcítica y pizarrosa y "Arenas" de origen ígneo y metamórfico, "Limos y Arenas" de procedencia cuarcítica y pizarrosa y "Limos y Arenas" que se originaron en un área granítica gneísica,

La diferencia litológica de los abanicos tiene además una expresión en la morfología y en el color de los sedimentos. Al ser los sedimentos procedentes de áreas paleozoicas ricas en minerales ferromagnesianos, al alterarse liberan hierro, que al oxidarse otorga un vivo color rojo a los sedimentos, llamándoles por esto "Serie rojas"; esta tinción no se observa en los sedimentos arcóscicos. Por otra parte, los materiales graníticos y gneísicos son más alterables que los cuarcíticos, esto hace que los abanicos alimentados por materiales de bajo metamorfismo estén mejor conservados que los que tienen un área madre granítica,

Pese a no haber encontrado fauna en los sedimentos que corresponden las subunidades, su edad nos es perfectamente calculable ya que en hojas próximas estos mismos sedimentos o sus cambios laterales de facies tienen una edad que varía desde Aragoniense medio a Vallesiense inferior. Así son correlacionables con los depósitos que contienen los yacimientos de vertebrados de Madrid y con el yacimiento de vertebrados, situado en la Hoja de Colmenar Viejo, estudiado por MORALES J., dentro de la subunidad de "Arenas", al que adjudica una edad Mioceno Inferior,

Otro criterio que confirma esta datación es el paralelismo encontrado por los autores en la Hoja de El ESPINAR (17-20) entre la secuencia de alteraciones observadas en el área de Aldeavieja, formada por Series Rojas, con la establecida en el borde occidental del Duero por (MARTIN SERRANO, 1986),

La unidad, no definida formalmente, que engloba a las subunidades descritas anteriormente, se manifiesta con iguales caracteres tanto en la Cuenca del Duero como la del Tajo y tiene una evolución sedimentaria negativa, es decir hacia techo aumenta la energía haciendo que las subunidades de granulometría más gruesa prograden sobre los de granulometría más fina,

El tránsito de esta unidad a la infrayacente de edad Eoceno-Oligoceno es mediante una discordancia erosiva y angular, esta discordancia se observa bien cuando existe una diferencia litológica y granulométrica entre las formaciones, por tanto cuando la litología y granulometría son similares resulta difícil diferenciarlas,

Las condiciones paleoambientales que se deducen de los sedimentos y de las estructuras encontradas en ellas indican un ambiente árido, ya que apenas hay indicios de forestación en los paleosuelos y estos son de reducidas dimensiones. Además los aluminosilicatos que forman los sedimentos no están excesivamente alterados, lo cual confirma la aridez del clima. Sin embargo, dentro de esta tendencia árida, se producen épocas de mayor humedad, que hacían que los abanicos

adquirieran carácter torrencial con una intensidad difícil de imaginar hoy, transportando, en la zona de cabecera, bloques de hasta 3 m. de diámetro,

HISTORIA GEOLOGICA

Los primeros rasgos de la historia regional alpina se pueden establecer a través del conocimiento del Cretácico.

En etapas anteriores es bastante correcto suponer que toda la zona se encontrase en una prolongada emersión, aunque no hay que descartar la posibilidad de que durante el Triásico, se realizase sedimentación en la parte occidental de la Hoja de Torrelaguna (19-20).

Durante el Turoniense superior - Coniaciense inferior se inicia, en esta Hoja, una etapa transgresiva marina, cuyo resultado es la instalación de una plataforma continental de carácter mixto siliciclástico y carbonatado, que caracteriza esta etapa en la región. Así se depositan materiales detríticos que tienen carácter de "Facies Utrillas" al norte y en los valles centrales de la Sierra de Guadarrama, representadas por la Formación "Arenas y arcillas de Segovia", mientras que al sur de la sierra se sedimentan materiales detrítico carbonatados. Posteriormente a la sedimentación se produce una emersión de los depósitos, durante la cual se produce toda una serie de procesos freáticos, vadosos y edáficos, que dan lugar a caolinización, cementaciones silíceas y formación de costras ferruginosas. El tiempo que dura esta emersión es difícil de calcular, pero debió de ocurrir al final del Coniaciense superior hasta el Coniaciense medio.

Posiblemente durante el Coniaciense medio se produce una nueva transgresión marina que deja como testigo de su presencia una formación carbonatada de escaso espesor, la cual tiene un color rojo característico. De nuevo se produce una regresión del mar y los sedimentos anteriores sufren procesos edáficos. El tiempo que dura la regresión no resulta fácil de precisar pero ya en el Coniaciense, tenemos de nuevo instalado el mar en esta región.

Durante el Coniaciense, la sedimentación tiene caracteres propios de plataforma continental carbonatada. En esta plataforma se darían situaciones de fuerte energía, producida por tormentas y corrientes mareales. Al finalizar el Coniaciense, el mar se retira quedando emergidos los sedimentos. Esta emersión dura hasta el Santoniense medio.

En el Santoniense medio la nueva transgresión marina se hace con una energía mayor, avanzando hacia el oeste más que las anteriores, las formaciones infrayacentes sufren o sufrieron durante el periodo de emersión un proceso erosivo muy fuerte y sobre ellas se instala una vez más una plataforma continental carbonatada. En esta plataforma, que está dominada por corrientes marinas, se produce la instalación de colonias de rudistas que llegan a formar cuerpos arrecifales tipo "patch".

La permanencia del ambiente marino continua a lo largo del Santoniense, si bien hay un espacio de tiempo, durante el cual se produce el tránsito del miembro "Areniscas dolomíticas de Hontoria"

del miembro "Dolomías de Montejo de la Vega", en que se nota una influencia continental, manifestado por depósitos de marismas,

El tránsito del Santoniense al Campaniense nos es difícil de conocer, y quizás esté ligado a una etapa de emersión, pero no es seguro. Lo que si es cierto es que durante el Campaniense continua instalado el mar, ahora bien las condiciones sedimentarias son diferentes, pues es un ambiente poco energético, somero carbonatado y árido, ya que se depositan sulfatos, pudiendo haberse formado "sebkhas" (salobrales) en zonas muy someras,

Al final del Campaniense se vuelve a producir emersión durante la cual la formación depositada "Dolomías y margas del Valle del Tabladillo", sufre una karstificación, que en el área de Torrelaguna es muy intensa,

Tradicionalmente se ha considerado, sobre todo en lo que hoy es la Cuenca del Duero, que el ciclo cretácico concluía con la sedimentación de la formación "Dolomías y margas del Valle de Tabladillo", sin embargo posiblemente esto no sea así, sino que la sedimentación cretácica continúe a lo largo del Maastrichtiense, pudiendo prolongarse el ciclo hasta la base del Paleógeno,

Los materiales que se encuentran en esta etapa final del Cretácico son detríticos siliciclásticos al norte de la sierra y detríticos y sulfatados al sur de la misma. El área fuente de los sedimentos continua siendo el zócalo antiguo, desprovisto de cobertera mesozoica, como ocurría en anteriores episodios detríticos regionales Formación "Arenas y arcillas de Segovia" y Formación "Arenas de Carabias" (ALONSO, 1981),

Por tanto la deposición de materiales siliciclásticos durante el tránsito Cretácico-Paleoceno, no supone unos cambios paleogeográficos en el sentido morfotectónico, ni climáticos importantes en relación a etapas anteriores. Es más un proceso de aceleración o desaceleración de los rasgos tectónicos y climáticos generales importantes, durante el anterior período cretácico,

El cambio morfotectónico y también posiblemente climático sustancial se produce con el emplazamiento del ciclo Eoceno-Oligoceno. El muro de estos depósitos, claramente erosivos sobre la cubierta sedimentaria cretácico-paleocena, está constituido por materiales polimícticos en donde se incluyen precisamente elementos de esa cobertera. Esos sedimentos representan el comienzo de levantamientos importantes en la zona, con la erosión del cretácico depositado sobre ese área,

Hacia techo los materiales polimícticos son sustituidos por otros de naturaleza exclusivamente arcósica o litarenítica, señalando la escasa potencia de los sedimentos cretácicos. Nuevamente los aportes proceden de un zócalo desnudo de sedimentos carbonatados, pero en este caso en unas condiciones de alteración muy diferentes a los determinados por los sedimentos detríticos de edad Cretácica. Ya no existen perfiles de alteración de carácter caolínico, pues han sido

erosionados durante el Paleoceno. Las condiciones climáticas y morfotectónicas a partir del Paleoceno no parecen las más apropiadas para el desarrollo de esos perfiles de alteración, ni incluso para la conservación de paleoalteritas heredadas de etapas anteriores.

Los sedimentos de edad Eoceno-Oligoceno se depositan mediante abanicos aluviales, durante un período de clima árido. Estos abanicos tienen unas direcciones de desplazamiento y una dispersión de facies que no están de acuerdo con las direcciones morfotectónicas de la Sierra de Guadarrama, ya que estos tienen direcciones que chocan contra la sierra, la cual además los secciona.

Durante el (Aragoniense) Mioceno inferior se realiza la sedimentación, mediante abanicos aluviales, de gran continuidad de materiales con litología y granulometría variada. En ellos las direcciones de paleocorrientes, así como la distribución de facies concuerdan con las direcciones morfotectónicas de la Sierra de Guadarrama, de ello se deduce que su génesis está relacionada con la elevación de la sierra. La secuencia sedimentaria de los materiales es negativa, es decir aumenta de energía hacia techo, por lo tanto los sedimentos más gruesos progradan sobre los sedimentos más finos que ocupan una posición más basal. Estos depósitos se encuentran con iguales características tanto en la Cuenca del Duero como la del Tajo, en ambas cuencas las cabeceras de los abanicos están cerca de la Sierra y se desplazan en sentido opuesto a la misma, manifestando un aumento de energía hacia techo. El área madre donde tienen su cabecera los abanicos influye en esa litología de los mismos, así los que tienen su origen en áreas formadas por cuarcitas y pizarras negras del Ordovícico van a tener unos sedimentos más resistentes a la erosión que los que proceden de áreas graníticas, manifestando además un color rojo a causa de la oxidación del hierro, que contiene en abundancia las pizarras negras, recibiendo en este caso el nombre de "Series Rojas".

Estos sedimentos son correlacionables con los yacimientos de vertebrados de Madrid, que dan edad Aragoniense, ya que los depósitos madrileños son facies distales de los abanicos.

La sedimentación de los materiales se realizó en condiciones áridas como así lo indican los depósitos de sulfatos que se encuentran en las partes más distales de los abanicos y por la presencia de arcillas filiformes (sepiolita y atapulgita) las cuales se producen en suelos de clima árido.

La edad de estos sedimentos es posible que llegue hasta el Vallesiense inferior, ya que las calizas de los Páramos, de edad Vallesiense superior, en áreas fuera de la Hoja, probablemente descansan sobre facies distales de los abanicos.

Durante el resto del Neógeno y Cuaternario se producen diferentes movimientos tectónicos que van a plegar, fracturar y compartimentar a los sedimentos Aragonienses, creándose pequeñas cuencas que van a alimentarse de los materiales que las rodean ya sean estos de edad Neógena, Paleógena, Cretácica o Paleozoica. Esto es lo que sucede

junto al pueblo de Redueña en la Hoja de Torrelaguna, allí se originó una pequeña cuenca durante el Pleistoceno, que se relleno a partir de los depósitos paleógenos que la rodeaban. Posteriormente los depósitos pleistocenos han sido plegados, lo que indica que durante el Cuaternario los movimientos tectónicos han continuado produciéndose.