



MAPA GEOLOGICO
DE LA REGION DE ALCOLEA
DEL PINAR - MOLINA DE ARAGON

POR
AMPARO RAMOS *

1. INTRODUCCION

Esta zona se localiza en el noreste de la provincia de Guadalajara, lindando con las de Teruel, Zaragoza y Soria.

Se encuentra dentro de la zona occidental de la Cordillera Ibérica.

Este sector presenta una distribución de afloramientos según una franja con dirección NW-SE, condicionada por estructuras alpinas.

Al NE y NW se encuentran la depresión de Calatayud-Teruel, y la meseta del Duero, respectivamente. El Sistema Central y la meseta del Tajo limitan en las zonas oriental y suñoriental. Asimismo, el enlace de la Cordillera Ibérica con el Sistema Central se sitúa en áreas relativamente cercanas. Por último, hacia el S y SE se encuentran los relieves de la Sierra de Albarracín.

Se cubre aquí una extensión aproximada de unos 750 Km², ocupando la casi totalidad de la hoja del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1 : 50.000, 489 (Molina) y extensiones variables de las hojas: 462 (Maranchón), 488 (Ablanque), 463 (Milmarcos) y 514 (Taravilla).

La altitud media de la zona es importante, llegando a alcanzar unos 1.500 m. en las Sierras de Aragoncillo y Caldereros, en el centro y este de la zona, respectivamente.

Los ríos que atraviesan la zona desembocan directa o secundariamente en el Tajo, al Sur. En general presentan una dirección NE-SW, dando lugar en ocasiones a importantes encajamientos que suelen facilitar el trabajo geológico, debido a los cortes que producen en el con-

* Departamento de Estratigrafía, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, Madrid.

junto de la serie. Los más importantes son Tajuña, Linares, Arandilla y Gallo.

La población en este área se concentra principalmente en Molina de Aragón, en el SE, que constituye el centro económico y asistencial de la comarca. El resto de los municipios tienen menor importancia, y entre ellos se pueden citar Corduente, Mazarete, Riba de Saelices, Maranchón y Alcolea del Pinar.

La principal vía de comunicación la constituye la carretera nacional 211, de Alcolea a Alcañiz, que atraviesa toda la zona en dirección NW-SE. Partiendo de ella salen una serie de carreteras comarcales y caminos que permiten buena accesibilidad a la mayor parte de este área. La carretera nacional Madrid-Barcelona atraviesa la zona en el extremo NW, pasando por Alcolea del Pinar.

Para la realización de este trabajo se recibieron ayudas de la Fundación Juan March y del Instituto de Estudios Nucleares.

2. ESTRATIGRAFIA

Dentro de este área se han distinguido 11 unidades litoestratigráficas que corresponden a su vez con las diferentes unidades distinguidas en la cartografía (RAMOS, 1979).

Los materiales más antiguos de la zona, pertenecientes al Paleozoico inferior (H), están constituidos en rasgos generales por pizarras y cuarcitas. Se localizan principalmente en la Sierra de Aragoncillo, Ventosa y Santa María del Espino.

Sobre estos materiales, y por debajo del Buntsandstein, SACHER (1966) distingue dos unidades, *Capas de la Ermita* y *Capas de Montessoro*, cuyos nombres hemos utilizado. Sin embargo, en este estudio se han podido obtener datos que permiten establecer algunas variaciones con respecto a los trabajos de SACHER (1966).

2.1. Capas de la Ermita (E)

Se apoya discordante sobre los materiales del Paleozoico inferior en diversas zonas del área estudiada. Dentro de ella se han distinguido tres subunidades.

La subunidad E₁ está constituida por areniscas de color blanco y verdes, de tipo volcanoclástico, con algunos niveles de conglomerados. Son abundantes los restos vegetales (xilópalos y helechos).

La subunidad E₂ es una alternancia irregular de niveles de limos con aporte volcánico, a veces carbonatados y otras silicificados. Los niveles con mayor aporte volcánico en la parte inferior, presentan colo-

res amarillos, verdes, rojos, etc. En la parte superior, donde los aportes volcánicos son menores, predominan los colores grises y negros. Asimismo, existen en la parte superior diversos niveles con restos vegetales.

La subunidad E₃ está constituida por dolomias silíceas.

El espesor de la unidad *Capas de la Ermita* es muy variable. Existen diversas áreas donde ha sido erosionada en gran parte, y otras en las que posiblemente no llegó a depositarse. En Aragoncillo, donde la serie parece estar más completa, el espesor total alcanza unos 260 m., de los que cerca de 60 serían la subunidad E₁, unos 180 la E₂ y 20 la E₃. Este espesor disminuye hacia el NW, habiendo sido erosionadas la unidad E₃ y parte de la E₂. Finalmente, al NW del pueblo de Aragoncillo, esta unidad desaparece totalmente. En otras áreas de la zona, los afloramientos son escasos y de mala calidad, así ocurre al oeste de Rueda de la Sierra y en la zona entre la carretera de Riba de Saelices a Ciueños y el Arroyo del Ceño. En otras zonas no aflora la base, como ocurre en la zona de la Hoya de la Gallina, o bien son afloramientos asociados a fracturas, como ocurre al sur de Torremoncha y al S y SW de Santa María del Espino.

Esta unidad contiene abundantes restos vegetales, la mayor parte en mal estado de conservación. Los datos más importantes los proporciona la microflora encontrada, pobre en esporas de criptógamas y con gran abundancia de granos de polen del género *Potonieisporites* asociados o bisacados, y a polen del género *Vittatina*. Se trata de una microflora típicamente Autuniense (RAMOS, DOUBINGER & VIRGILI, 1976).

2.2. **Capas de Montesoró (M)**

Fue definida por SACHER (1966). Esta unidad está separada de las Capas de la Ermita por una discordancia constituida por una superficie erosiva que hace que las Capas de Montesoró se apoyen sobre diferentes subunidades de las Capas de la Ermita, y en ocasiones directamente sobre el Paleozoico inferior.

Está constituida principalmente por limos de color rojo con intercalación de areniscas (sobre todo subarcosas), conglomerados de cantos angulosos con matriz de grano fino, abundante y niveles carbonatados nodulosos, irregulares, de tipo brechoide.

Normalmente la base de la unidad son brechas con cantos de variado tamaño (hasta 60 cm.) y composición también variada (cuarzo, cuarcita, pizarra y fragmentos de rocas volcánicas).

El espesor de esta unidad es relativamente variable, existiendo, sin embargo, una irregular disminución de este a oeste. Es máximo en

Montesoro (cerca de 100 m. visibles), siendo el espesor medio alrededor de 50 m.

Se atribuye esta unidad al «Saxoniense», sin darle un significado cronoestratigráfico preciso, utilizado este término como se ha hecho en Europa, para describir las facies rojas continentales sin una caracterización paleontológica y separadas del Autuniense por una discordancia atribuible a los movimientos saálicos (FALKE, 1972) (FEYS & GREBER, 1972).

2.3. Conglomerados de la Hoz del Gallo (CH)

Constituye la base del Buntsandstein en este área, se apoya discordante sobre los materiales más antiguos, bien sea sobre las *Capas de Montesoro*, bien sobre las *Capas de la Ermita* o sobre el Paleozoico más inferior.

Esta unidad está constituida por conglomerados, con algunas intercalaciones de areniscas, más frecuentes en la parte superior de la unidad. Los conglomerados están constituidos casi exclusivamente por cantos de cuarcita subredondeados y redondeados. Los cantos están en contacto entre sí con una cantidad muy baja de matriz arenosa. El tamaño medio varía de 5-15 cm. y el máximo de 20-30 cm. Los escasos niveles de areniscas presentan un espesor medio de 0,1-1 m. con poca continuidad lateral. Existen algunos niveles de limos, a veces con restos vegetales.

Esta unidad es constante en toda la región estudiada, si bien presenta importantes variaciones de espesor (entre 70 y 160 m.), posiblemente relacionadas con la existencia de un paleorrelieve fosilizado por estos materiales.

En la parte inferior de esta unidad se ha localizado una microflora en la que las formas más características son *Lueckisporites virkikiae*, *Falcisporites schaubegeri* y *Nuskosisporites dulhuntyi*. En conjunto se trata de una asociación característica del Thurigiense (Pérmico Superior) (RAMOS & DOUBINGER, 1979). Según estos datos, la base del Buntsandstein, en este área, no tendría edad Triásico, es decir, el límite Pérmico-Triásico no coincidiría exactamente con la discordancia prebuntsandstein. Problemas similares ocurren en diversas áreas de Europa, y en concreto en Irlanda (VISSCHER, 1971), lo cual es lógico desde un punto de vista paleogeográfico, ya que es evidente que el comienzo de la sedimentación del Buntsandstein no se produjo en todos los puntos al mismo tiempo. Así pues, en este área el límite Pérmico-Triásico se ha colocado, de manera convencional, dentro de la unidad Conglomerados de la Hoz del Gallo, entre los dos niveles de conglomerados en que a veces se puede dividir esta unidad (el inferior menos elaborado en general que el superior).

2.4. Areniscas de Rillo de Gallo (AR)

En continuidad sedimentaria sobre la unidad anterior puede reconocerse fácilmente, debido al brusco cambio litológico que se produce, ya que esta unidad está constituida casi exclusivamente por areniscas (principalmente subarcosas), de color rojo, con estratificación cruzada a gran escala y con algunos niveles de limos arenosos, en la parte más superior de la unidad.

Esta unidad es constante en la región estudiada, presentando, sin embargo, variaciones de espesor relativamente importantes (entre 100-150 m.), correspondiendo las zonas de menor espesor al área septentrional. Al mismo tiempo, la angulosidad y el porcentaje de cantos y los escasos niveles de conglomerados, se hacen mayores en las áreas más occidentales.

La atribución de esta unidad al Triásico inferior se hace en relación a la edad de las unidades infra y suprayacente, ya que no tenemos datos que permitan una mayor precisión.

2.5. Nivel de Prados (NP)

En continuidad sedimentaria con la anterior, puede ser diferenciada fácilmente por las características litológicas que presenta (materiales blandos aprovechados para prados y cultivos), que permiten asimismo un neto control cartográfico.

Litológicamente, esta unidad se caracteriza por una alternancia de limos y areniscas (arcosas), de color rojo-morado. Existen niveles carbonatados, irregulares, a veces en forma de nódulos dispersos. Asimismo, la presencia de bioturbación abundante en algunos tramos es una característica destacable dentro de esta unidad. Pueden existir delgados niveles de conglomerados de cantos blandos. Esta unidad es constante en la región estudiada y presenta asimismo un espesor bastante homogéneo de unos 30-40 m.

Por su posición estratigráfica, esta unidad puede tener una edad Scythiense a Anisiense. De forma totalmente convencional se ha colocado en ella el límite entre ambos.

2.6. Areniscas del río Arandilla (AA)

Concordante con la anterior unidad, presenta características litológicas diferentes, que permiten establecer el límite con bastante precisión, sobre todo en la zona norte, donde la base tiene un color blanco-amarillo que contrasta con los tonos rojos de la unidad inferior Nivel de Prados.

Se compone principalmente de areniscas (arcosas y subarcosas), con estratificación cruzada a gran escala. Alternan con algunos niveles de limos (más abundantes a techo) con bioturbación, restos vegetales y raíces.

Esta unidad presenta importantes variaciones de espesor, lo cual, complicado por el hecho de la similitud de facies con la unidad suprayacente en las zonas occidentales, hace a veces difícil establecer el límite preciso entre ambas.

Se atribuye esta unidad a parte del Anisiense, dado que en la unidad superior se encuentra el límite Ladiniense-Anisiense.

2.7. Limos y Areniscas de Rillo (LAR)

Se presenta en continuidad sedimentaria con la anterior, y en general se encuentran dificultades para establecerse el límite preciso entre ambas.

Está constituida por una alternancia de limos y areniscas de color rojo, en niveles de 10-60 cm. de espesor, con estratificación cruzada a pequeña escala. En la parte inferior de la unidad son más abundantes los niveles de grano más grueso, incluso conglomerados. En la parte superior tiene importancia la aparición de pseudomorfo de cristales de sal, así como la relativa abundancia de huellas de reptiles (DEMA-THIEU, RAMOS & SOPEÑA, 1978).

Con respecto al espesor, existe el problema que se ha hecho referencia con anterioridad, de su límite con la unidad infrayacente que dificulta el cálculo exacto, que en este caso parece oscilar entre 100-190 m. Por otra parte, interesa destacar el hecho de que esta unidad se hace claramente más arenosa hacia la zona más occidental del área estudiada.

En esta unidad se ha localizado una microflora, con formas tales como *Hexasaccites muelleri*, *Alisporites cordiformis* y *Alisporites grau-vogeli*, características del Anisiense, sin embargo, no aparecen las formas más características del Anisiense, como *Illinites Kosankei* e *Illinites chitinoides* (ADLOFF & DOUBINGER, 1969, 1971), por ello, debe tratarse posiblemente de una asociación Ladiniense muy inferior o Anisiense superior. Asimismo, en su parte más superior se localiza una asociación con gran predominio de polen bisacado (*Tridisporea* 70 %, en especial *Tr. aurea* y *Tr. suspecta*), así como formas del género *Ovalipolis*. Por todo ello debe corresponder al Ladiniense superior.

2.8. Limos y Areniscas abigarrados de Torete (LAT)

Se encuentra en continuidad sedimentaria con la anterior, siendo relativamente fácil establecer el límite debido a la existencia de uno

o varios niveles de areniscas de color amarillo a techo de la unidad anterior (barra arenosa, ba), que en ocasiones dan importante resalte topográfico.

Esta unidad está formada por una alternancia de limos y areniscas (arcosas) de colores verdes, amarillos y rojos, en niveles de menos de 10 cm. y con abundantes pseudomorfos de cristales de sal. Hay también delgados niveles de pocos milímetros, carbonatados, con laminación de algas.

Esta unidad es bastante constante en toda la región estudiada (entre 20-40 m.), con una ligera disminución de espesor hacia las áreas noroccidentales. Asimismo, las características litológicas varían hacia la zona noroccidental, haciéndose mucho más arenosa.

Dentro de esta unidad se encuentra una microflora similar a la descrita para la parte más superior de la unidad anterior (Ladiniense superior). Asimismo existe otra asociación en la que la presencia de formas como *Camerosporites secatus*, *Paracirculina scurrilis*, *P. Tenebrosa*, *Praecirculina granifer* y *Keuperisporites* hacen atribuirle al Karniense inferior.

2.9. Capas dolomíticas (CD)

Se encuentra en continuidad sedimentaria sobre la unidad anterior, siendo claramente diferenciable de ella por el neto cambio litológico que se produce.

Está compuesta por dolomías cristalinas, en las cuales han sido borradas la mayor parte de las estructuras sedimentarias primarias.

El espesor de esta unidad es muy constante, con una ligera disminución hacia occidente (de 40 a 30 m.).

Si bien no tenemos datos paleontológicos precisos, los existentes en las unidades infra y suprayacente permiten atribuirle al Karniense.

2.10. Capas de Royuela (CR)

En continuidad sedimentaria sobre las *Capas dolomíticas* está constituida por una alternancia de margas y dolomías, en niveles de menos de 10 cm., con abundante bioturbación y fauna de bivalvos y gasterópodos. Esta fauna, si bien no permite establecer una edad precisa, es interesante, ya que se incluye en su totalidad dentro de las especies encontradas por HINKELBEIN (1969) en las *Capas de Royuela* en la localidad tipo.

El espesor es bastante constante, 27-35 m., siendo sus características, asimismo, bastante homogéneas.

La existencia en esta unidad de una asociación de microflora con predominio de polen del grupo *Circumpolles* (en particular *Camerosporites Secatus*) indican claramente una edad Karniense.

Los materiales del Keuper (K) se encuentran en continuidad sedimentaria sobre las *Capas de Royuela*. Estos materiales no han sido estudiados aquí en detalle, sin embargo, se puede decir que a rasgos generales están constituidos por limos, con yesos y niveles de dolomías de variado espesor.

La gran plasticidad que suelen presentar estos materiales les confiere unas características especiales, sobre todo por su respuesta a los esfuerzos tectónicos, dando lugar frecuentemente a fenómenos diapíricos, y producen la mecanización de los contactos. Como resultado, es difícil establecer el espesor medio de esta unidad.

Su edad, en relación con los datos de la unidad infrayacente, así como por los de áreas cercanas, debe ser Karniense superior-Noriense. Se ha cartografiado bajo la sigla J a partir de los niveles dolomíticos (dolomías tableadas de Imón, GOY & YEBENES, 1977) que se encuentran sobre el Keuper. Este contacto suele estar mecanizado, por lo cual en ocasiones se encuentra directamente en contacto el Keuper y las «Carniolas» (que originariamente estarían sobre las dolomías tableadas de Imón).

No puede precisarse el límite Triásico-Jurásico en este área, si bien parece que la mayor parte de los autores parecen coincidir en que se situaría por encima de las Dolomías tableadas de Imón (GOY & YEBENES, 1977). A rasgos generales, se puede decir que el Jurásico de la zona está constituido casi exclusivamente por materiales carbonatados (dolomías, calizas y secundariamente margas).

Los materiales cuaternarios (Q) que aparecen en la zona están formados por conglomerados, arenas y limos, resultado del relleno de algunos valles fluviales, así como en forma de derrubios de ladera (canchales y coluviones).

3. AMBIENTES SEDIMENTARIOS

Desde un punto de vista sedimentológico, existe una clara diferencia entre los materiales prebuntsandstein y postbuntsandstein. Los primeros son el resultado de diversas cuencas de variada extensión, de las que se ha conservado un registro sedimentario incompleto, debido a las etapas erosivas prebuntsandstein que han tenido lugar en este área. El Buntsandstein representa una generalización de la sedimentación en toda la zona. A partir de entonces existe una clara y continua evolución sedimentológica en el Triásico, cuya importancia sólo puede ser entendida en relación con otras áreas.

La unidad *Capas de la Ermita* presenta una distribución irregular en toda la zona. Su parte inferior se caracteriza por la presencia de areniscas de tipo volcanoclástico, en secuencias de granulometría y tamaño de estructuras decreciente. Estas secuencias presentan base erosiva y estratificación cruzada *trough*. Son frecuentes los xilópalos y los restos vegetales.

La parte media de esta unidad la constituye una alternancia irregular de niveles de unos 10 cm. de limos, con aporte volcánico que disminuye hacia el techo. Estos niveles presentan gran continuidad lateral, laminación paralela y en ocasiones existen niveles con granoselección positiva y *ripples* en el techo. Existen algunos niveles carbonatados, irregulares, con textura nodulosa brechoide. Algunos de estos niveles presentan a techo grietas de desecación.

La parte superior está constituida por dolomías silíceas de textura brechoide, con gran continuidad lateral.

En conjunto, las características de esta unidad parecen indicar la existencia de un medio lacustre, dentro de un clima templado húmedo, con aportes fluviales iniciales de tipo volcanoclástico. Existe una evolución vertical con disminución de los aportes volcanoclásticos y clásicos en general, con tránsito hacia un clima menos húmedo. La parte superior carbonatada puede representar una reducción progresiva de la extensión del lago, acompañado de una somerización, posiblemente con evolución a un clima menos húmedo, similar a la evolución descrita por VAN-HOUTEN (1964), para la formación Lockatong del Triásico del NE de América.

La discordancia que se atribuye a los movimientos saálicos separa las *Capas de la Ermita* de las *Capas de Montesoro*. Estas están compuestas por brechas de color rojo, con abundante matriz de grano fino, en niveles irregulares de aproximadamente 1 m. Existen asimismo niveles de grano fino, sin apenas cantos, con contactos irregulares. Algunos niveles arenosos tienen estratificación cruzada *trough* y base erosiva.

En ocasiones se desarrollan niveles nodulosos carbonatados y ferruginosos, de irregular distribución.

Las características de esta unidad corresponderían a depósitos de abanicos aluviales de clima árido o semiárido controlados en parte por procesos de *debrisflow* y *mudflow*, con etapas en las que existiría una mayor jerarquización, con canales de importancia variable. Los procesos edáficos, representados por los niveles carbonatados, están en general poco desarrollados (tipo A, ALLEN, 1974). Posiblemente se trataría del tipo de abanicos que HEWARD (1978) describe como de duración corta o moderada, con encajamiento en la cabecera, condicionados principalmente por factores climáticos.

La discordancia que separa las *Capas de Montesoro* de la unidad basal del Buntsandstein, conglomerados de la Hoz del Gallo, representa un importante cambio paleogeográfico, como ya hemos indicado con anterioridad.

La unidad *Conglomerados de la Hoz del Gallo* está constituida por conglomerados de cantos de cuarcita, en niveles de aproximadamente 1 m. de espesor, masivos o con estratificación horizontal y con frecuente imbricación. Estos conglomerados representarían barras longitudinales o medias, dentro de cursos de corriente de baja sinuosidad (ORE, 1963; SMITH, 1970; EYNON & WALKER, 1974). Los cantos, bien clasificados y en contacto, indican corriente con etapas de energía alta, en la que éstos se moverían sobre las barras, y la arena sería transportada en suspensión. Esta arena se infiltraría entre los cantos en las etapas de menor energía, en la que éstos se pararían.

Alternando con los conglomerados existen niveles de areniscas, en general con escasa continuidad lateral, en forma de cuña. Suelen presentar estratificación cruzada *trough*, a veces planar, de *ripples* y paralela. Estos niveles son el registro de las etapas de corriente baja, en las que las barras pueden llegar a emerger, los canales se multiplican, y en ellos se pueden movilizar, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, *megaripples*, barras transversales o *ripples*. A veces, si queda sólo una pequeña lámina de agua en estos canales o bien a techo de las barras, puede dar lugar a laminación paralela de alta energía. En muy raras ocasiones se han podido localizar algunos niveles de granulometría más fina, que serían el resultado de una decantación, en zonas abandonadas, en condiciones de aguas tranquilas. Estos materiales tendrían un potencial de preservación muy bajo.

En conjunto, esta unidad representaría principalmente facies de abanico proximal y medio constituido por corrientes de baja sinuosidad dentro de un clima húmedo (McGOWEN & GROAT, 1971; BOOTHROYD & NUMMEDAL, 1978).

La unidad *Areniscas de Rillo de Gallo* está constituida principalmente por areniscas con estratificación cruzada *trough*, que se disponen en secuencias con base erosiva (a veces con algunos cantos blandos o de cuarcita en la base). Si bien existe en general una gran homogeneidad en el tamaño de grano y en la magnitud de las estructuras, en ocasiones se observa de base a techo de las secuencias una ligera disminución de ambas características. Secundariamente existen areniscas con estratificación cruzada planar, que en general tienen mayor tamaño de grano y mayor abundancia de cantos.

Los niveles de grano más fino presentan laminación de *ripples*, laminación paralela y en ocasiones raíces y restos vegetales.

En general esta unidad representa una evolución intermedia entre las facies más proximales de la unidad anterior, y las facies más dista-

les de la siguiente. Son corrientes de baja sinuosidad, dominadas principalmente por procesos tractivos de carga de fondo, en los cuales la mayor parte de la arena se desplaza como megaripples, el registro de los cuales es la estratificación cruzada trough (ALLEN, 1963). En las zonas de energía relativamente mayor dentro de este sistema, los procesos tractivos pueden producirse en forma de barras mayores, lingüoides o transversas, que dan lugar a estratificación cruzada planar. En general existe una disminución en la relación barras lingüoides o transversas megaripples, según se va hacia facies más distales (CANT & WALKER, 1976, 1978).

Las etapas de corriente baja estarían representadas por estratificación cruzadas de ripples y niveles con laminación paralela, a techo de los megaripples. Ocasionalmente, en canales abandonados, pueden llegar a depositarse limos y arcillas por decantación.

Los depósitos de llanura de inundación son muy escasos, cuando existen se trata de limos y arenas de grano fino, a veces con ripples y abundantes raíces.

La unidad Nivel de Prados, presenta importantes variaciones sedimentológicas con respecto a las anteriores. Los depósitos de llanura de inundación se encuentran aquí bien representados, con ocasional desarrollo de caliches y en general de procedos edáficos. Otra importante variación en esta unidad se refiere a las direcciones de aporte, con escasa dispersión en las unidades anteriores, y que aquí presentan una dispersión muy amplia. Estas variaciones pueden ser estudiadas en detalle dentro de un mismo canal, gracias a los buenos afloramientos existentes en algunas áreas.

En conjunto, por tanto, nos encontramos con un sistema de canales de alta sinuosidad, relativamente estables, limitados por orillas cohesivas de materiales de grano fino, y con etapas de desbordamiento de estos canales, que darían lugar a la sedimentación de materiales finos en amplias zonas, sobre las que se encajarían los canales de alta sinuosidad (ALLEN, 1965; BERNARD et al., 1970; PUIG DE FABREGAS & VAN VLIET, 1978).

La unidad «Areniscas del río Arandilla» representa un retroceso dentro del modelo de evolución proximal-distal, existente en la parte más inferior del Buntsandstein. Se pasa aquí a facies similares a las descritas para la unidad Areniscas de Rillo de Gallo. Serían estos materiales el resultado de corrientes de baja sinuosidad con canales en los cuales existe una gran movilidad. Sin embargo, existe aquí un desarrollo escaso, pero relativamente más importante, de los depósitos de llanura de inundación, con algunos niveles carbonatados, de origen edáfico, así como un aumento de la bioturbación.

Posiblemente ambas cosas sean debidas, en parte, a las condiciones climáticas más favorables para la vida que las que existían para la unidad *Areniscas de Rillo de Gallo*.

La unidad *Limos y Areniscas de Rillo* presenta importantes variaciones en la vertical, existiendo una evolución sedimentológica entre los tres tramos en que se ha dividido.

El tramo más inferior se caracteriza por areniscas y conglomerados con estratificación cruzada *trough*, planar, areniscas con *ripples*, limos y niveles con bioturbación y raíces. Las características detalladas de estas facies indican un sistema fluvial de baja sinuosidad, no muy diferente de la unidad anterior, pero con una mayor variación en tamaños de grano y estructuras, lo que indicaría una persistencia mayor de las etapas de variación de energía, así como una relativa mayor sinuosidad, que permitiría una mejor conservación de las secuencias fluviales completas.

El segundo tramo presenta un importante desarrollo de los depósitos de llanura de inundación, constituidos por materiales finos (limos y areniscas de grano fino), a veces resultado de decantación y en otras con estratificación cruzada a pequeña escala. Estos últimos serían el resultado de corrientes tractivas de baja energía, circulando en las zonas de llanura de inundación en las etapas de desbordamiento. En ocasiones, como resultado de los desbordamientos, se pueden romper las orillas de los canales, erosionando parte de esos depósitos, lo que origina gran cantidad de cantos blandos disponibles. Se producen derrames que, a partir del canal principal, transportan esos materiales y dan lugar a los niveles de conglomerados de pequeños cantos blandos, que a veces se encuentran intercalados dentro de los otros depósitos de la llanura de inundación. Asimismo se desarrollan en estas áreas importantes niveles carbonatados, tipo caliche, y bioturbación.

El tercer tramo está constituido por unas alternancias irregular de limos y areniscas de grano fino en niveles de 10-60 cm. Estos niveles presentan estratificación cruzada de *ripples* simétricos, asimétricos, y en ocasiones *flaser* y *lenticular bedding*. Existen también niveles con grietas de desecación, bioturbación y pseudomorfos de cristales de sal. Hay algunos niveles de areniscas, canalizados, con base erosiva con cantos blandos, estratificación cruzada *trough* y *ripples* y bioturbación a techo.

En conjunto, esta unidad pertenecería a una zona supramareal a intermareal alta, con conexiones esporádicas con el agua del mar, dentro de un clima semiárido-árido, que daría lugar a etapas alternantes de desecación, lo que posibilitaría la formación de depósitos de sales (TILL, 1978).

Los depósitos canalizados pueden corresponder a canales de marea, si bien pueden tratarse también de corrientes de tipo fluvial circulando

en esta zona supramareal, indudablemente con un cierto control e influencia mareal.

La unidad *Limos y Areniscas abigarrados de Torete* presenta unas características bastante similares a las de la parte superior de la unidad anterior, siendo más destacada aún la influencia marina. Así, por ejemplo, los pseudomorfos de cristales de sal alcanzan en esta unidad una gran abundancia en un porcentaje muy alto de niveles, llegando a presentar cubos de hasta 3 cm. de lado. Existen asimismo niveles de *ripples* simétricos y asimétricos, *flaser* y *lenticular bedding*, y estratificación cruzada planar con superficies de reactivación. Aparecen asimismo en esta unidad pequeños niveles de pocos milímetros de espesor, los cuales presentan en lámina delgada estructura laminar de algas.

En general, se trataría de una zona supramareal-intermareal alta (KLEIN, 1977) condicionada por un clima árido-semiárido, en la cual los niveles alternantes pseudomorfos de sal-carbonatos con algas representarían depósitos de *saltpan* similares a los descritos por MILLER (1975) en la Laguna Madre de Texas, como resultados de procesos repetidos de inundación (algas)-desección (sales) en depresiones de escasa profundidad (unos 5 cm.).

La unidad *Capas dolomíticas* está compuesta casi exclusivamente de dolomías cristalinas, en las cuales las estructuras sedimentarias y restos orgánicos han sido borrados o muy enmascarados. En alguna ocasión se han reconocido fantasmas de aloquímicos (gravels, gasterópodos, pelecípodos y algas), así como estructura laminar de algas. Algunos niveles en la parte inferior presentan a techo una película irregular rojiza de hierro, de pocos milímetros.

Sólo el contexto general permite hacer un intento de atribución sedimentológica de esta unidad, que creemos representa un área intermareal, si bien, dada su homogeneidad y la escasez de señales de emergencia, no se descarta la existencia de algunos niveles submareales.

La unidad *Capas de Royuela* está compuesta de una alternancia irregular de margas y dolomías, en general en niveles de menos de 10 cm. Las dolomías son cristalinas y pueden representar fantasmas de aloquímicos (pelecípodos y gasterópodos) y a veces estructura laminar de algas. Son abundantes los niveles altamente bioturbados (a veces casi exclusivamente con *Rhizocorallium*), así como los que presentan el techo tapizado de conchas de pelecípodos. Ocasionalmente presentan laminación paralela y estratificación cruzada de *ripples*. En la parte superior existen dolomías con textura brechoide, a veces con estructuras *repee*, con algunos niveles con nódulos de hierro y en ocasiones grietas de desecación.

En conjunto, la parte inferior y media de esta unidad, con abundante bioturbación y fauna, y ausencia de señales de exposición subaérea, correspondería a una zona intermareal o submareal, quizá en una zona

protegida dentro de un *lagoon* (SHINN et al., 1969; FREEMAN, 1972; ALONSO & MAS, 1977). La parte más superior, en la que la fauna y la bioturbación son menos abundantes y en la que existen señales de emersión, correspondería a una zona intermareal alta a supramareal. Esto representaría el tránsito a los materiales del Keuper (limos con niveles de yesos y algunos niveles dolomíticos de poco espesor, así como algunas arenas con estratificación cruzada a gran escala) con una evolución hacia un clima más árido, que posiblemente daría como resultado un área supramareal tipo *sabkha* (TILL, 1978).

4. RASGOS ESTRUCTURALES

Esta zona presenta los rasgos estructurales característicos generales en la Cordillera Ibérica, con una fracturación y plegamiento de dirección predominante NW-SE, correspondiente a la orogenia alpina.

Las características litológicas de la parte superior del Triásico (Keuper) han tenido influencia en la tectónica regional, al igual que ocurre en amplias zonas de la Cordillera Ibérica. Estos materiales han actuado como nivel de despegue entre materiales más competentes, como son el Muschelkalk y el Jurásico. Como resultado se produce con gran frecuencia una mecanización del contacto Keupler-Dolomías tabeadas de Imón, lo que da lugar a la desaparición de éstas en muchas ocasiones, así como a importantes variaciones de espesor en los materiales del Keuper.

La zona está dominada por dos sistemas de fracturación. Uno más importante de dirección NW-SE y otro de dirección E-W.

Los ejemplos más importantes son la falla de Ciruelos-Teroleja y la de Iniéstola-Sta. M.^a del Espino-Río Ablanquejo. Estas fallas pueden alcanzar un importante salto cercano a 1.000 m., correspondiente a todo el Triásico y Pérmico.

Las fallas de dirección E-W tienen mucha menor importancia y desarrollo, y el salto nunca suele sobrepasar algunas decenas de metros.

Los pliegues mayores de esta zona presentan una dirección dominante NE-SW, con flancos con buzamientos suaves. Los más importantes son el anticlinorio de la Sierra de Pardos (en el NE de la zona), el sinclinorio de Sta. M.^a del Espino-Anguaita y el anticlinorio Sta. M.^a del Espino, Iniéstola-Villaverde (ambos en el NW de este área), y el anticlinal de Ciruelos (en la zona N centro)

Como se ha dicho anteriormente, los buzamientos son en general menores de 15° en los flancos de estos pliegues. Sin embargo, estos flancos se hallan a su vez frecuentemente fracturados, dando lugar en ocasiones a buzamientos más fuertes, y a veces son series verticales o ligeramente invertidas (Padilla del Ducado, Sta. M.^a del Espino, Rueda

de la Sierra). Asimismo los esfuerzos actuantes sobre los materiales más rígidos de las *Capas dolomíticas* y de *Royuela*, en relación a las características más plásticas de los materiales infra y suprayacentes, han dado lugar a importantes movimientos de fracturas en la horizontal, con repeticiones de hasta tres o cuatro veces de estas unidades (Alcolea del Pinar-Iniéstola, Padilla del Ducado).

Existen dentro de estos materiales dos importantes discordancias: una de ellas claramente intrapérmica, y la otra a la base del Buntsandstein, general en toda la Cordillera Ibérica.

La primera discordancia separa los materiales del Autuniense (*Capas de la Ermita*) de los materiales rojos tipo Saxoniense (*Capas de Montesoro*). Esta discordancia existe con similares características en amplias zonas de Europa occidental, y ha sido asimilada a los movimientos saálicos. Estos movimientos produjeron una deformación importante en los materiales Autunienses, dando como resultado una clara discordancia angular de las capas de Montesoro sobre ellos. Esta discordancia puede observarse principalmente en el camino de Rillo de Gallo a Pardos, viéndose hacia Occidente cómo las *Capas de Montesoro* se apoyan sucesivamente sobre diversos niveles de las *Capas de la Ermita*.

La segunda discordancia se encuentra entre las *Capas* de Montesoro y el Buntsandstein. Se trata de una discordancia de tipo cartográfico, en ocasiones difícil de reconocer puntualmente. Esta discordancia debe corresponder a los movimientos de la fase pfalzica o palatina. Sin embargo, interesa destacar que en este área estos movimientos no marcarían exactamente el límite Pérmico-Triásico, ya que en la base del Buntsandstein se ha localizado una microflora característica del Thuringiense (Pérmico superior). Esta discordancia puede observarse en diversos puntos (Río Gallo, Arroyo de la Dehesa, Sur de Luzón, Este del río Linares). Sobre el mapa se observa claramente al NE de Aragoncillo, al SE de Pardos y en el área del río Linares.

Con posterioridad al comienzo del Buntsandstein, diversos autores han hecho referencia a la existencia de movimientos tectónicos, simultáneos a la sedimentación. En esta zona encontramos cambios en la evolución sedimentológica, que creemos están relacionados con movimientos tectónicos en áreas cercanas, que producirían un rejuvenecimiento del área madre y un aumento sensible del gradiente de la pendiente.

5. EVOLUCION GEOLOGICA

Se hace referencia exclusivamente a los materiales pérmicos y triásicos, que son los que aquí han sido objeto de un estudio detallado.

Las características de los sedimentos que constituyen la unidad *Capas de la Ermita* no permiten establecer una clara paleogeografía para el Autuniense. Se puede decir tan sólo que existiría un medio continental de tipo lacustre con una cierta actividad tectónica, reflejada en aportes volcánicos, que posiblemente se vería atenuada en las etapas finales de la sedimentación Autuniense en este área.

Los movimientos saálicos produjeron aquí una topografía irregular con relieves posiblemente no excesivamente importantes, a partir de los cuales se formarían pequeños abanicos aluviales coalescentes (*Capas de Montesorro*, Saxoniense), condicionados por un clima árido-semiárido. Los materiales que forman estos abanicos tienen un origen bastante local, resultado de la erosión de las *Capas de la Ermita* y de los materiales pizarrosos y cuarcíticos, del Paleozoico más inferior de la zona.

Los movimientos de la fase pfalzica o palatina dan paso a un paisaje bastante diferente en este área. Se instaura un amplio sistema fluvial en la zona, con una pendiente general importante y dentro de un clima húmedo. En las primeras etapas este sistema de canales de baja sinuosidad estaría controlado, en parte, por las irregularidades del relieve. Se depositarían aquí principalmente facies proximales y medias, dentro de un modelo general de abanico aluvial de clima húmedo.

Si bien existen algunos materiales que provendrían de las elevaciones locales, los principales aportes tendrían como área-fuente los relieves más importantes existentes fuera de esta zona hacia el NW.

Durante la sedimentación de la unidad *Areniscas de Rillo de Gallo* (posiblemente la edad Scythiense) se ve una clara evolución hacia facies más distales, dentro de un sistema generalizado y relativamente homogéneo dentro de toda el área. Serían canales de baja sinuosidad, con una importante carga arenosa de fondo, que se moverían dentro de un área amplia con una pendiente todavía relativamente importante. No existiría en este sistema fluvial un desarrollo alto de los depósitos de llanura de inundación.

Los principales aportes para esta unidad provendrían de la zona Noroccidental. Esta direccionalidad se vería reflejada no sólo por los datos de paleocorrientes, sino también en la componente litológica, ya que hacia la zona Noroccidental de este área se acusa un aumento en los niveles conglomeráticos, así como una mayor angulosidad de los componentes de las areniscas.

Los materiales de la unidad *Nivel de Prados* (donde convencionalmente se ha colocado el límite Scythiense-Anisiense) representa la evolución hacia un estadio fluvial más avanzado, en zonas más distales, y con una pendiente poco acentuada.

A partir de aquí se produce un importante cambio regional en la evolución sedimentológica de este área. Se vuelve a encontrar facies

más proximales, constituidas por cursos de baja sinuosidad, posiblemente relacionado con una mayor pendiente para esta zona. Esto parece indicar un cierto rejuvenecimiento en este área. Los movimientos tectónicos que han tenido lugar a lo largo del Buntsandstein en la Cordillera Ibérica (MARIN, 1974; SOPEÑA, 1979) se verían aquí reflejados en un aumento de pendiente causado por el rejuvenecimiento del área madre.

A finales del Anisiense (unidad *Limos y Areniscas de Rillo*), el sistema fluvial de esta zona evoluciona hacia una serie de canales con mayor sinuosidad.

A comienzos del Ladiniense (dentro todavía de la unidad *Limos y Areniscas de Rillo*) se produce una clara influencia marina en las zonas más orientales. Sin embargo, en las zonas más occidentales la sedimentación fluvial continúa siendo predominantemente hasta las etapas finales del Ladiniense.

Los materiales de la unidad *Limos y Areniscas abigarrados de Torete* representarían una amplia zona con una suave pendiente, con zonas localmente deprimidas, en las que el agua del mar sólo llegaría en las etapas de mayores mareas vivas. Esto produciría inundaciones temporales en la zona, con encharcamientos en las zonas deprimidas, en las cuales eventualmente pueden llegar a desarrollarse algas. En las etapas alternantes de desecación (como resultado de un clima árido-semiárido) la concentración de sales puede llegar a ser lo suficientemente alta como para precipitar en forma de halita. Simultáneamente esta zona estaría surcada por una serie de canales de alta sinuosidad. Algunos de estos canales serían exclusivamente mareales, si bien la mayor parte de ellos deben ser canales fluviales, provenientes de las zonas Noroccidentales, aunque se verían lógicamente influidos por las mareas en las etapas en que éstas alcanzaran la zona.

A comienzos del Karniense (*Capas dolomíticas*) los aportes terrígenos que alcanzan este área son menores, dando lugar a una sedimentación carbontada (actualmente muy dolomitizada). Esta sedimentación corbanatada correspondería inicialmente a la zona supramareal, evolucionando en los materiales de la parte alta de la unidad *Capas dolomíticas* e inferior de la de *Capas de Royuela* a zonas en las que las mareas llegarían con una mayor frecuencia, algunas incluso cubiertas permanentemente (intermareal bajo a submareal alto). Se daría, por tanto, en estas áreas las condiciones favorables para un importante desarrollo de la vida, reflejado en el gran aumento de bioturbación, así como en la abundancia de pelecípodos y gasterópodos.

Durante la sedimentación de la parte superior de la unidad *Capas de Royuela* (posiblemente a finales del Karniense) esta zona vuelve a quedar lejos del nivel medio de las mareas, dando lugar a una sedimen-

tación de carbonatos y evaporitas. Estas zonas pueden llegar a desecarse, dando lugar a grietas y estructuras *tepee*.

Estas condiciones, dentro de un clima semiárido-árido, parecen hacerse más extremas durante el Keuper (posiblemente ya de edad Noriense).