

Caracterización de las unidades litoestratigráficas del Triásico en el subsuelo del tercio noroccidental de la Cordillera Ibérica y áreas adyacentes

A. MUÑOZ, A. RAMOS, A. SOPEÑA, Y. SÁNCHEZ-MOYA
Inst. de Geología Económica - Dpto. de Estratigrafía.
Fac. C.C. Geológicas
C.S.I.C.-U.C.M. 28040 Madrid

RESUMEN

En este trabajo se realiza un estudio de los sedimentos pérmicos y triásicos que se localizan principalmente en el subsuelo de la Cuenca de Almazán, borde E de la Cuenca del Duero y borde NW de la Cuenca del Ebro, mediante el análisis detallado de los sondeos y líneas sísmicas que existen en estas áreas. Esto ha permitido establecer una serie de correlaciones con los materiales equivalentes que afloran en superficie en áreas próximas de ambas ramas de la Cordillera Ibérica.

Las unidades litoestratigráficas establecidas en los afloramientos de la Cordillera Ibérica, por autores anteriores, sirven de referencia para el análisis e interpretación de los sondeos. Han podido ser caracterizadas en profundidad un total de 14 unidades de las cuales 1 corresponde al Pérmico inferior, 9 corresponden a materiales en facies Buntsandstein y 4 a materiales en facies Muschelkalk. Estas unidades presentan una distribución irregular, habiéndose establecido tres sectores en el área estudiada en función de sus características litológicas.

Palabras clave: Pérmico, Triásico, Ibérica, análisis del subsuelo, Estratigrafía, correlación.

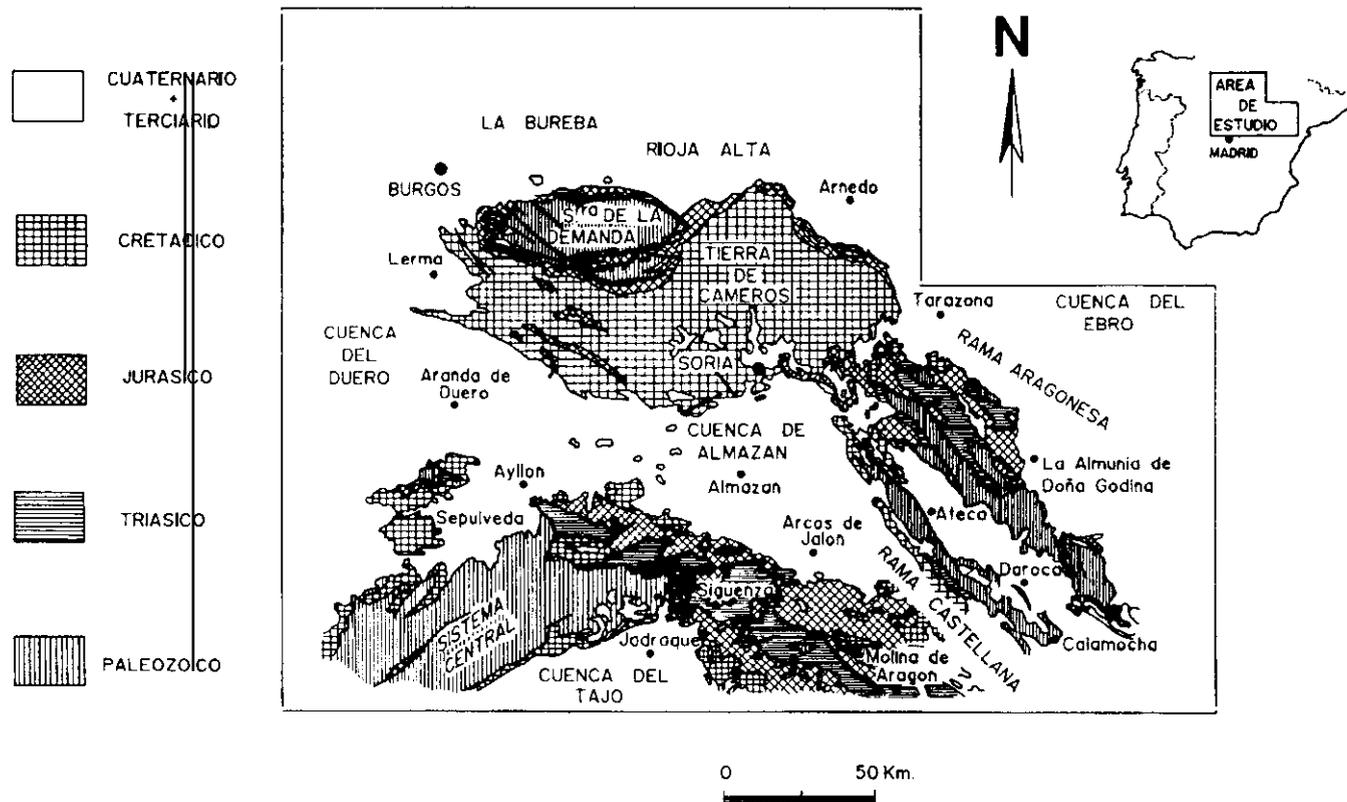


Fig. 1.—Situación geológica del área estudiada.
Fig. 1.—Geological setting of the study area.

ABSTRACT

Permian and Triassic rocks in the subsurface Duero-Almazán basin have been studied, based in the detailed analysis of well logs and seismic profiles. A correlation between surface and subsurface rocks has been established for this area.

Fourteen lithostratigraphic units, previously described for surrounding areas, have been here recognized in subsurface. Those units comprise: a Lower Permian unit, nine units with Buntsandstein characteristics and four that are assigned to the Muschelkalk.

The area has been divided into three sectors according to the main changes in distribution of the several units.

Key-words: Permian, Triassic, Iberian, subsurface analysis, Stratigraphy, correlation.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende contribuir al conocimiento del Pérmico y Triásico del subsuelo de una región que incluye la Cuenca de Almazán, zona NE de la Cuenca del Tajo, borde E de la Cuenca del Duero, borde NW de la Cuenca del Ebro y el entorno de la Sierra de la Demanda-Cameros (Fig. 1). En las depresiones terciarias, es donde se encuentran situados la mayor parte de los sondeos estudiados, mientras que las columnas de superficie se localizan principalmente en los afloramientos situados en la Cordillera Ibérica.

Son pocos los trabajos que se han ocupado de los materiales pérmicos y triásicos del subsuelo de la Península (Jurado, 1988 y 1989), y muy escasos los realizados en el área de estudio, especialmente en la Cuenca de Almazán y en la unión de ésta con la Cuenca del Duero. Por el contrario, es bastante aceptable el nivel de conocimientos que se posee del Triásico y Pérmico que afloran en superficie (Hernando, 1977; Ramos, 1979; Sopena, 1979; Arribas, 1984; López, 1985; Pérez-Arlucea, 1985; Sopena *et al.*, 1988; García-Gil, 1990; Sánchez-Moya, 1992). Esto permite abordar el problema del Pérmico y Triásico del subsuelo de las áreas anteriormente mencionadas, ya que es posible interpretar los datos de subsuelo con una mayor precisión y fiabilidad. Es obvio, que las correlaciones que se establezcan con los datos de superficie, serán fundamentales para una correcta interpretación de los sondeos y para la interpretación general de la cuenca.

Los materiales de edad pérmica que afloran en la región son escasos en extensión, pero pueden presentar importantes espesores. Se encuentran dispersos en los bordes del Sistema Central y en ambas ramas de la Cordillera Ibérica. Se trata de sedimentos terrígenos con un fuerte control tectónico de la sedimentación, que en ocasiones se asocian a rocas volcánicas y sedimentos volcanoclásticos (Virgili *et al.*, 1983).

El Triásico se encuentra en facies germánicas, presentando los tres litotipos clásicos, Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper. Los mayores espesores de materiales de esta edad se localizan en la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Dentro de la zona de estudio se han identificado los tres tipos de Trías definidos por Virgili *et al.* (1977), y Sopena *et al.* (1983). En los sectores occidentales existe un «Trías Hésperico», un «Trías Ibérico» y, en los más orientales un «Trías Mediterráneo».

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este tipo de trabajo, donde se combinan datos de subsuelo y de superficie, incluye además de la metodología clásica empleada en el análisis de series de superficie, técnicas de interpretación de diagrfías. Se han utilizado, también, técnicas de análisis de líneas sísmicas. La información sobre el subsuelo, proviene de la investigación realizada por diversas empresas para la exploración de hidrocarburos. Por ello, inicialmente se llevó a cabo la recopilación, obtención y selección de la información disponible en el Servicio de Hidrocarburos del Ministerio de Industria y Energía. La información obtenida ha sido reinterpretada para un trabajo de investigación con objetivos diferentes de los aplicados por las empresas que obtuvieron inicialmente la información. Los sondeos analizados presentan la siguiente numeración según la clasificación del Servicio de Hidrocarburos: Sta. Bárbara núm. 480, Baides núm. 552, Sigüenza núm. 44-3, Sigüenza núm. 50-12, El Gredal núm. 493, Gormaz-1 núm. 055, Alcozar núm. 114, Aldehuela-1 núm. 277, Don Juan núm. 106, Río Francó núm. 105, San Pedro-2 núm. 091, Iglesias-1 núm. 025, Arnedo núm. 107, Castilfrío núm. 019 y Magallón núm. 135.

Los datos contenidos en las diagrfías permiten unir la geofísica y la geología. Estos datos son imprescindibles, ya que son la única fuente de información sobre la profundidad real y espesor aparente de las capas y proporcionan un análisis casi continuo de las unidades litológicas. Los registros obtenidos están condicionados por parámetros geológicos (densi-

dad, composición química, textura, etc.). Por tanto, como indicó Serra (1986), «los datos de las diagráfias deben considerarse como datos geológicos, y su interpretación debe realizarse con el mismo espíritu y de la misma manera que el análisis de las muestras de roca. Deben aplicarse por tanto, los mismos principios y métodos, considerando que las interpretaciones de las diagráfias son, en sí mismas, interpretaciones geológicas».

La descripción litológica de cada sondeo proviene del análisis e interpretación que se ha realizado a partir de las diagráfias, incluyendo también los datos procedentes de los rípios de perforación.

Tras proceder a la digitalización de las distintas diagráfias con el programa «Digitize», de «RockWare Inc. Tm.», se han compuesto unos archivos de datos que han sido tratados con el programa «Logger» (Muñoz, 1993). Mediante el uso de este programa se consigue que las diagráfias no pierdan definición y detalles, de forma que no sean distorsionadas al realizar cambios de escala.

Dentro del conjunto de datos de superficie se incluyen aquellos datos que provienen de áreas estudiadas por otros autores previamente, así como otras áreas de las que no se disponía de información detallada. En estas áreas se han elegido buenos afloramientos situados en zonas cercanas a los sondeos, con objeto de integrar todos los datos de forma que el resultado obtenido en conjunto sea suficientemente representativo.

CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Para llevar a cabo esta caracterización se han analizado un total de 25 columnas estratigráficas (Fig. 2), de las cuales 14 provienen de sondeos y el resto de afloramientos. Tras realizar una interpretación detallada y tomando como base los datos obtenidos y la disposición estratigráfica de los materiales, se han establecido tres sectores (Fig. 2 y Tabla I), según las características que presentan.

Se han diferenciado 14 unidades, que pueden estar presentes en los tres sectores (norte, centro y sur), o tan sólo en alguno de ellos. Estas unidades habían sido propuestas anteriormente por otros autores y se resalta por tanto, la nomenclatura original, con objeto de no aumentar la confusión provocada por el gran número de unidades definidas para el Pérmico y Triásico de esta región.

SECTOR NORTE	SECTOR CENTRO	SECTOR SUR
<ul style="list-style-type: none"> – Keuper – Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela (Pérez-Arlucea & Sopena, 1985) – Fm. Dolomías de Tramacastilla (Pérez-Arlucea & Sopena, 1985) – Fm. Lutitas y yesos de Tramacastilla (Pérez-Arlucea & Sopena, 1985) – Fm. Dolomías y margas de Albarracín (Pérez-Arlucea & Sopena, 1985) – «Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior» (Marzo, 1980) – «Areniscas de Tierga» (Arribas, 1984) – «Conglomerados y lutitas del Araviana» (Arribas, 1984) 	<ul style="list-style-type: none"> – Keuper– Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela – Fm. Dolomías de Tramacastilla – Fm. Limos y areniscas abigarrados de Torete (Ramos, 1979) – Fm. Limos y areniscas de Rillo (Ramos, 1979) – Fm. Areniscas del río Arandilla (Ramos, 1979) – Fm. Nivel de Prados (Ramos, 1979) – Fm. Areniscas de Rillo de Gallo (Ramos, 1979) – Fm. Conglomerados de la Hoz del Gallo (Ramos, 1979) – Pérmico – Fm. Capas de la Ermita (Sacher, 1966) 	<ul style="list-style-type: none"> – Keuper – Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela – Fm. Dolomías de Tramacastilla – Fm. Limos y areniscas de Rillo

Tabla I.—Unidades litoestratigráficas empleadas en los tres sectores estudiados. En negrilla se encuentran las unidades descritas en cada sector.

En el denominado sector norte el Triásico es fundamentalmente de tipo Mediterráneo (Virgili *et al.*, 1977; Sopena *et al.*, 1983), caracterizado por la existencia de dos barras carbonáticas separadas por una unidad intermedia terrígeno-evaporítica. Se aprecia un cambio desde un Trías de tipo Mediterráneo a uno de tipo Ibérico en dirección NW.

El sector centro muestra un Triásico de tipo Ibérico (Virgili *et al.*, 1977; Sopena *et al.*, 1983), caracterizado por la presencia de una única barra carbonática en facies Muschelkalk. También se observa un cambio en dirección NW pasando de un Trías Ibérico a un Trías Hespérico que no presenta materiales carbonatados en facies Muschelkalk.

El sector sur presenta un Triásico de tipo Hespérico con un espesor reducido típico de las zonas de borde de cuenca.

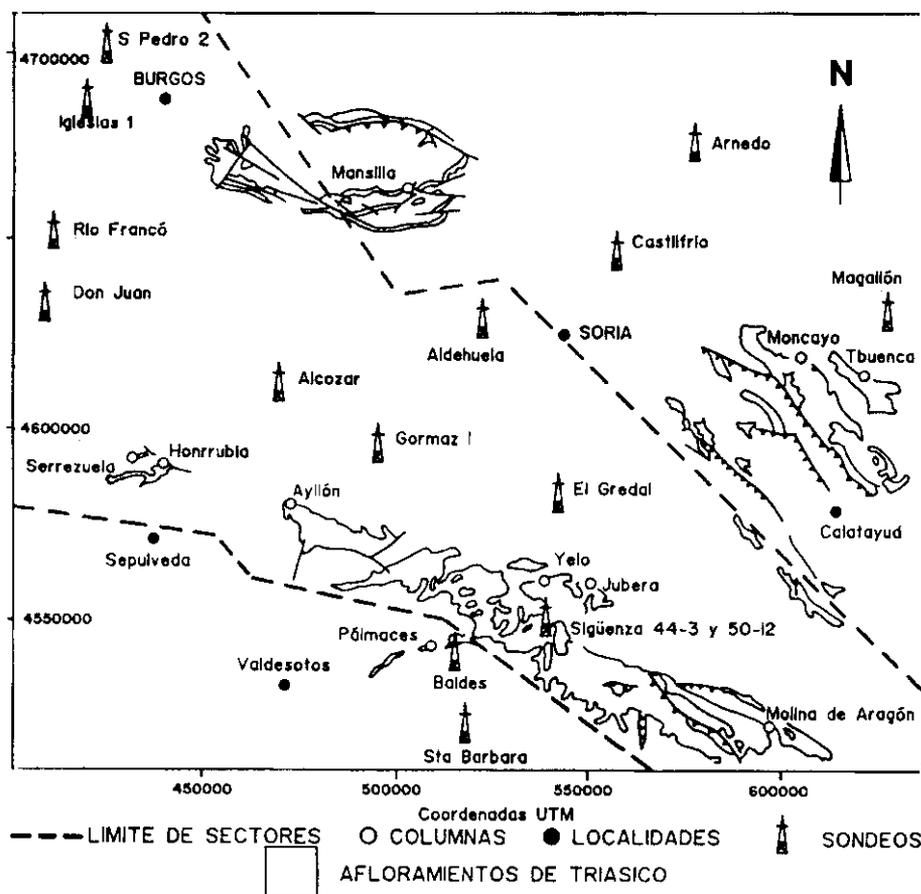


Fig. 2.—Mapa del área estudiada mostrando los tres sectores establecidos y la situación de los sondeos y columnas analizados.

Fig. 2.—Map of the study area showing three studied sectors and location of well-logs and stratigraphic columns.

SECTOR NORTE

Se incluyen en él los sondeos Castellfrío, Arnedo y Magallón (Fig. 2), y las columnas de Moncayo, Tabuena (Arribas, 1984), y Mansilla (Hernando & Rincón, 1987), (Figs. 2 y 3). En este sector se han distinguido un total de 7 unidades (Tabla I), de las cuales dos están en facies Buntsandstein, una en facies Röt y cuatro en facies Muschelkalk.

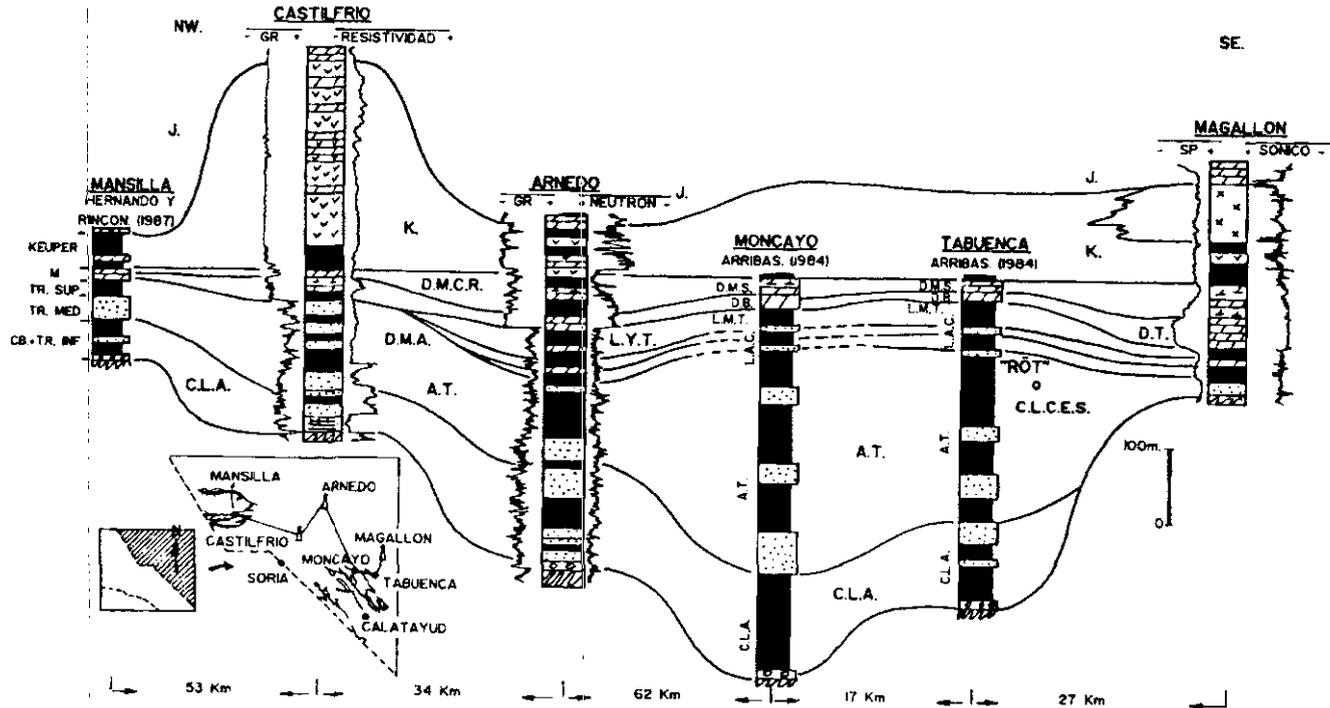


Fig. 3.—Gráfico de correlación de los sondeos y columnas analizadas en el sector norte. J=Jurásico; K=Keuper; D.M.C.R.=Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela; D.T.=Fm. Dolomías de Tramacastilla; L.Y.T.=Fm. Lutitas y yesos de Tramacastilla; D.M.A.=Fm. Dolomías y margas de Albarracín (Pérez-Arlucea y Sopena, 1985); C.L.C.E.S.=«Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior» (Marzo, 1980); D.M.S.=«Dolomías y margas superiores»; D.M.S.=«Dolomías basales»; L.M.T.=«Lutitas y margas de Trasobares»; L.A.C.=«Lutitas y areniscas de Calcena»; A.T.=«Areniscas de Tierga»; C.L.A.=«Conglomerados y lutitas del Araviana» (Arribas, 1984); M.=Facies Muschelkalk; TR. Sup.=«Triásico superior»; TR. MED.=«Triásico medio»; TR.INF.=«Triásico inferior»; C.B.=«Conglomerado basal» (Hernando & Rincón, 1987).

Fig. 3.—Stratigraphic cross-section for the North sector.

Los materiales estudiados se apoyan sobre el zócalo paleozoico hasta el cual se perforó en todos los sondeos considerados en este sector. El techo de la serie está constituido por los materiales en facies Keuper. El espesor del Triásico varía de 127 m en la serie de Mansilla a 540 m en el sondeo Castilfrío (Fig. 3), aunque probablemente la serie del Moncayo presente mayor espesor, ya que la medida de la cual se dispone no considera los materiales en facies Keuper por la escasa calidad de afloramiento.

Existe una controversia sobre la existencia o no de materiales pérmicos en este sector. Arribas (1985), describió la unidad denominada «Conglomerados y lutitas del Araviana» que por sus características litológicas y petrológicas correlacionó con las facies rojas de tipo Saxonense, descritas en la Rama Castellana por Sopeña *et al.* (1977) y Ramos (1979). Por el contrario, Tallos (1984), también en la Rama Aragonesa, consideró los materiales de esta unidad como Triásico. Rey & Ramos (1991), realizan un estudio en la región de Reznos, donde identificaron materiales de edad Autuniense y sobre ellos la unidad «Conglomerados y lutitas del Araviana» de Arribas (1984). Incluyeron esta unidad dentro de los materiales pérmicos, pero considerando la posibilidad de que su edad fuese Triásico inferior o incluso Triásico medio. En este trabajo no se aportan nuevos criterios cronoestratigráficos que aclaren este problema, y por tanto no se entrará en la discusión sobre la edad de estos materiales.

«Conglomerados y lutitas del Araviana»

a) *Características*

El nombre de esta unidad ha sido tomado de Arribas (1984), quien estableció esta unidad en la zona norte de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

Está formada por lutitas rojas (45 %), que incluyen niveles de areniscas de poco espesor. Las lutitas alternan con conglomerados rojos de cantos de cuarzo y cuarcita (17 %), muy abundantes en la base de la unidad. Las areniscas (38 %), aparecen también como niveles de mayor espesor alternando con las lutitas, siendo este caso más frecuente en el techo.

En diagráfias presenta valores de GR medios. El GRN (neutrón) tiene valores medios altos y la resistividad muestra un registro irregular (Fig. 3), en general con valores altos.

b) *Espesor y límite inferior*

Presenta un espesor máximo de 145 m en el sondeo Arnedo y un mínimo de 0 m en el sondeo Magallón.

El límite inferior es muy neto, ya que igual que en superficie, esta unidad se encuentra siempre discordante sobre materiales paleozoicos.

c) *Extensión y equivalencias*

Esta unidad se encuentra en todo el sector norte, con excepción del sondeo Magallón (Fig. 3). Por su posición estratigráfica y sus características litológicas equivaldría a la unidad que comprende las electrofacies B1 de Jurado (1988), establecidas en la Cuenca del Ebro, y a las divisiones de Hernando & Rincón (1987), denominadas «Conglomerado basal» y «Triásico inferior» descritas en la Sierra de la Demanda.

«Areniscas de Tierga»

a) *Características*

El nombre empleado se toma de Arribas (1984), quién la definió en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Se compone de una alternancia irregular de areniscas (46 %), y lutitas (64 %). Las lutitas presentan intercalaciones de poco espesor de areniscas de grano fino. En ocasiones presentan enriquecimientos en carbonatos, que como sucede en superficie pueden tener origen edáfico. Las areniscas forman secuencias grano-decrecientes que presentan base erosiva con cantos blandos y de cuarcita y niveles de lutitas en el techo. En general, se observa una tendencia al aumento del porcentaje de lutitas en la parte superior de la unidad.

En diagraffias presenta una imagen compleja e irregular. El GR muestra un aumento de los valores en el techo (Fig. 3, sondeos Arnedo y Castilfrío). El GRN presenta valores altos, sobre todo en la parte inferior y superior. La resistividad tiene valores altos en la parte media.

b) *Espesor y límite inferior*

La unidad muestra un espesor máximo de 357 m en la columna del Moncayo y un espesor mínimo de 26 m en el sondeo Magallón (Fig. 3).

El límite inferior viene señalado por un descenso del GR y un aumento del GRN con respecto a la unidad inferior. La resistividad muestra un descenso en sus valores. La unidad «Areniscas de Tierga» se apoya en ocasiones sobre la unidad «Conglomerados y lutitas del Araviana» (Fig. 3, columna Arnedo), mientras que otras veces se apoya directamente sobre el basamento (Fig. 3, sondeo Magallón).

c) *Extensión y equivalencias*

Existe en todo el sector norte, con importantes variaciones de espesor. Se observa una disminución de espesor hacia el N y hacia el S, presentando el mayor espesor en la parte central. Las lutitas presentan un mayor porcentaje en el área oriental.

Es equivalente a las divisiones «Triásico medio» y «Triásico superior» de Hernando & Rincón (1987), en la Sierra de la Demanda. También equivaldría a las electrofacies B3 de Jurado (1988), para la Cuenca del Ebro. La parte superior de esta unidad puede ser equivalente a la Fm. Limos y areniscas de Rillo (Ramos, 1979), del área de Molina de Aragón.

«Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior» (Röt)

a) *Características*

El nombre de esta unidad se ha tomado de Marzo (1980), quien la estableció para el Triásico de los Catalánides.

Se trata de una unidad fundamentalmente lutítica (66 %), con intercalaciones de areniscas de grano fino (30 %), en ocasiones cementadas por yeso. También hay niveles de margas grises (4 %), más abundantes en la parte superior.

En diagráfias es una unidad relativamente homogénea, con valores altos de GR y GRN y valores decrecientes de resistividad (Fig. 3). En esta última curva, se observan algunos picos de valores más altos que corresponden a los niveles de areniscas.

b) *Espesor y límite inferior*

La unidad no existe en el área noroccidental y tiene un espesor máximo de 19 m en el sondeo Arnedo (Fig. 3).

El límite inferior viene marcado por un incremento del GR y un descenso del GRN. La resistividad muestra un aumento en sus valores con respecto a la unidad inferior.

c) *Extensión y equivalencias*

La unidad está presente en todo el área de estudio excepto en la zona occidental.

Equivale a la parte inferior de la unidad «Lutitas y areniscas de Cálce-na» establecida por Arribas (1984), en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. También es equivalente a las facies «Röt» de Jurado (1988), para el subsuelo de la Cuenca del Ebro.

Fm. Dolomías y margas de Albarracín

a) *Características*

Se toma el nombre de Pérez-Arlucea & Sopena (1985), quienes describen esta unidad en el sector central de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica.

Está constituida por niveles de lutitas (49 %), con intercalaciones de dolomías (47 %). El espesor de los niveles dolomíticos es muy variable. En las áreas más occidentales las dolomías constituyen finas intercalaciones de espesor decimétrico entre las lutitas. Las areniscas (4 %), se localizan en las áreas más noroccidentales, donde la unidad tiene un carácter más terrígeno.

La imagen en diagrfías se caracteriza por un GR bajo, cuyos valores aumentan en el techo (Fig. 3, sondeo Arnedo). El GRN presenta valores altos. El sónico muestra un rango de variación entre 70 y 50 ms/p. La resistividad muestra valores irregulares, en general altos (Fig. 3).

b) *Espesor y límite inferior*

No existe en las áreas más noroccidentales, y tiene un espesor máximo de 17 m en el sondeo Arnedo (Fig. 3).

El límite inferior de la unidad, supone un cambio muy brusco en todos los registros. Se observa una disminución del GR, GRN y sónico.

El Sp produce una inflexión negativa. La resistividad aumenta considerablemente (Fig. 3).

c) *Extensión y equivalencias*

La Fm. Dolomías y margas de Albarracín se encuentra en casi todo el sector norte, con excepción de las áreas más noroccidentales (Fig. 3, Mansilla). Puede observarse una disminución de espesor hacia el NE, que va acompañada de un aumento del carácter terrígeno.

Por las características de sus facies y posición estratigráfica puede ser equivalente, a parte de la unidad M1 de Virgili (1958), en los Catalánides. Es asimilable a la unidad «Dolomías de Illueca» descrita por Arribas (1984), en la Rama Aragonesa, y al Muschelkalk inferior de Jurado (1988), en el subsuelo de la Cuenca del Ebro.

Fm. Lutitas y yesos de Tramacastilla

a) *Características*

Se toma el nombre de Pérez-Arlucea & Sopena (1985), quienes describen esta unidad en el sector central de la Cordillera Ibérica.

La Fm. Lutitas y yesos de Tramacastilla es heterolítica, siendo las lutitas versicolores (67 %), la litología principal. Las margas (10 %), dolomías (8 %), y areniscas (9 %), pueden aparecer formando niveles intercalados entre las lutitas. Es frecuente que la anhidrita (5 %), y el yeso (1 %), estén dispersos entre las lutitas, aunque en ocasiones forman niveles de espesor variable.

En diagráfias muestra un GR y un GRN irregulares, más altos que en las unidades adyacentes. La resistividad presenta valores medios, más bajos que en las unidades adyacentes. El Sp produce una inflexión positiva (Fig. 3).

b) *Espesor y límite inferior*

Esta formación tiene un espesor máximo de 44 m en el sondeo Arnedo y no existe en las áreas más noroccidentales (Fig. 3).

El límite inferior es gradual en algunos registros como el GR y el GRN, y en la resistividad se manifiesta por un descenso en sus valores.

c) *Extensión y equivalencias*

Se encuentra en la mayor parte del sector norte, no existiendo en el área más noroccidental. Presenta variaciones de espesor esencialmente hacia el N y de forma menos acusada hacia el W (Fig. 3).

Es equivalente a la unidad M2 que Virgili (1958), describe en los Catalánides. También puede equivaler a la parte superior de la unidad «Lutitas y areniscas de Cálcena» más la unidad «Lutitas y margas de Trasobares», establecidas por Arribas (1984), en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Es equivalente al Muschelkalk medio de Jurado (1988), para el subsuelo de la Cuenca del Ebro.

Fm. Dolomías de Tramacastilla

a) *Características*

Se toma el nombre de Pérez-Arlucea & Sopena (1985), quienes definen la formación para el sector central de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica.

Hay que destacar que esta unidad es la primera que, junto con la suprayacente Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela, se encuentra presente también en los sectores centro y sur (Tabla I). En los tres sectores estudiados la Fm. Dolomías de Tramacastilla, se compone de dolomías ocre y grises (92 %), que constituyen niveles de gran espesor. Las margas (6 %), y las lutitas (2 %), aparecen separando estos niveles.

En diagráfias la unidad se caracteriza por ser un intervalo muy homogéneo que se individualiza muy bien de los adyacentes. El Sp produce una inflexión negativa. El GR es bajo, igual que el GRN. Las curvas más características son el sónico, con valores muy bajos de 50 ms/p y la densidad, con valores en general altos próximos a 2,70 gr/cc. La resistividad presenta un registro con valores medios (Fig. 3).

b) *Espesor y límite inferior*

La unidad en el sector norte presenta un espesor mínimo de 7 m en el sondeo Castilfrío (Fig. 3), y un espesor máximo de 40 m en el sondeo Magallón (Fig. 3). En el sector centro, el espesor máximo de esta unidad es de 15 m en la columna de Jubera (García-Gil & Sopena, 1987). No

existe en las áreas más noroccidentales (Fig. 4). En el sector sur, la unidad presenta un espesor muy reducido, de tan sólo 5 m (Fig. 5).

En el sector norte, el límite inferior se aprecia claramente en todos los registros; está marcado por una importante disminución del GR, GRN y sónico y aumento en la resistividad. La Fm. Dolomías de Tramacastilla, en ocasiones, se sitúa sobre la Fm. Lutitas y yesos de Tramacastilla y otras veces lo hace directamente sobre la unidad «Areniscas de Tierga». En el sector centro, el límite inferior presenta un fuerte descenso en los valores de GR, GRN y sónico, así como un incremento en la densidad y resistividad. En el sector sur, el límite inferior presenta un notable cambio en los registros, marcado por un aumento en la densidad y resistividad y un descenso en el GR, GRN y sónico.

c) *Extensión y equivalencias*

Esta unidad se extiende por casi todo el sector norte, aunque presenta importantes variaciones de espesor. En general se observa una disminución hacia el N y hacia el W (Fig. 3); en este último caso con un aumento del porcentaje de dolomías frente a otras litologías. También se encuentra en el sector centro (Fig. 4). Aparece únicamente en dos sondeos: El Gredal y Sigüenza 50-12. También aparece en las columnas de superficie de Yelo y Jubera. Puede observarse un aumento de espesor hacia el SE, mientras que hacia el NE la unidad aumenta su contenido en terrígenos e incluso llega a desaparecer.

En el sector sur (Fig. 5), esta unidad está presente en la parte más meridional, desapareciendo en el N.

Es equivalente a la parte inferior del M3 de Virgili (1958), en los Catalánides. Es equivalente también a las «Capas dolomíticas» de Hinkelbein (1965), del área de Albarracín. Se corresponde con la unidad «Dolomías basales» descrita por Arribas (1984), en la Rama Aragonesa. Así mismo, es equivalente a la parte inferior del Muschelkalk superior de Jurado (1988), en subsuelo de la Cuenca del Ebro.

Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela

a) *Características*

El nombre de esta unidad ha sido tomado de Pérez-Arlucea & Sopena (1985), quienes la definen en el sector central de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica.

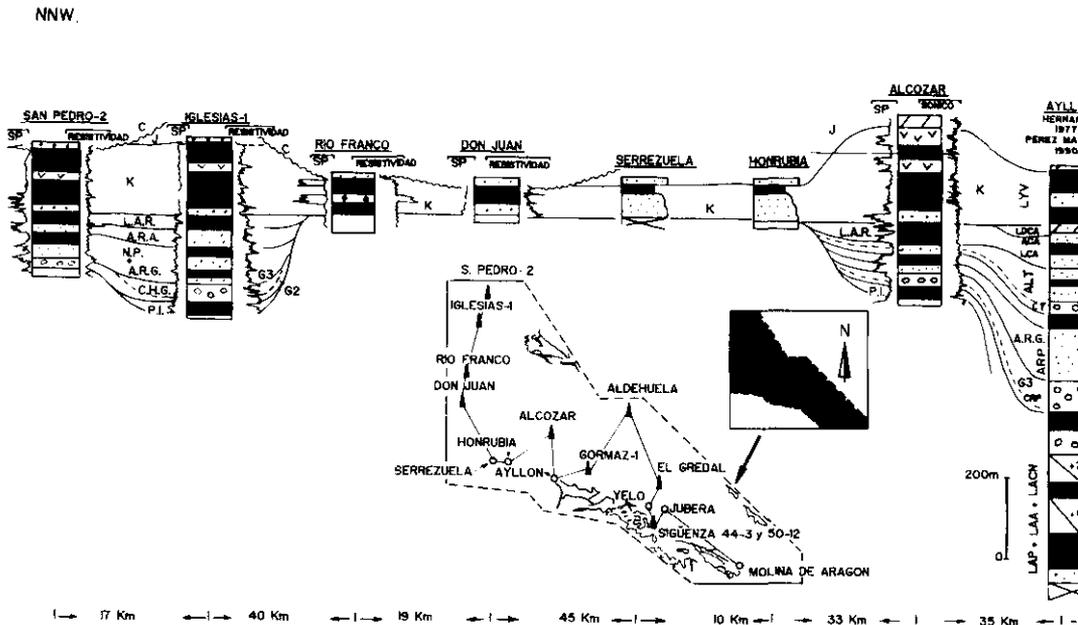
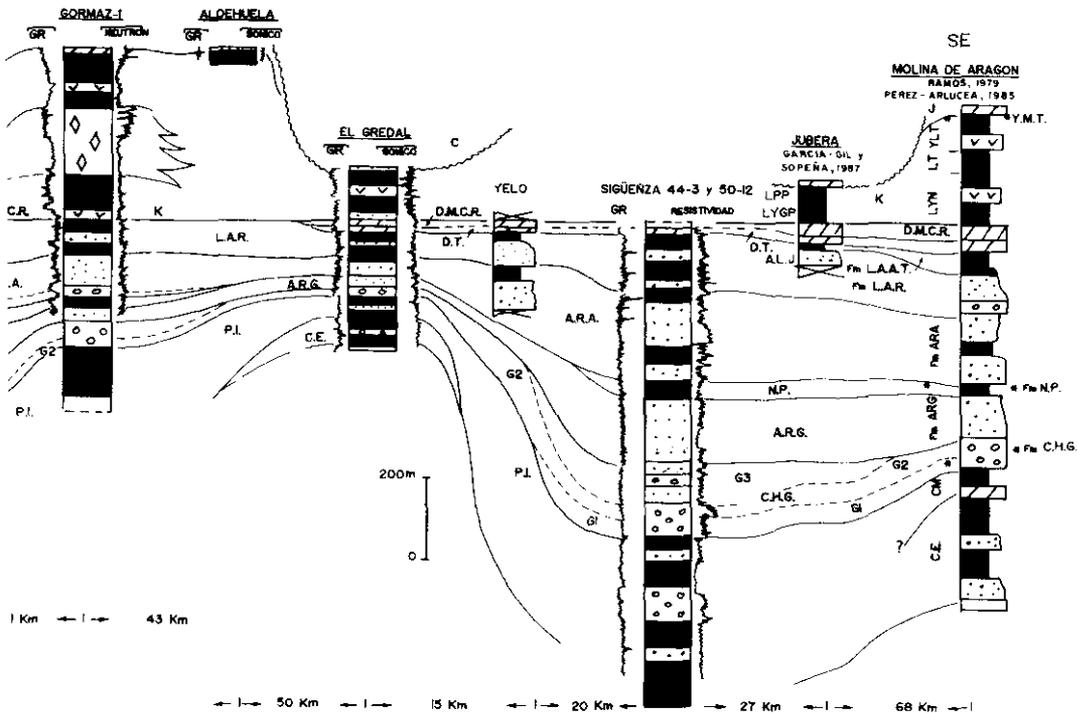


Fig. 4.—Gráfico de correlación de los sondeos y columnas analizadas en el sector centro. C=Cretácico; J=Jurásico; K=Keuper; D.M.C.R.=Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela; D.T.=Fm. Dolomías de Tramacastilla (Pérez-Arlucea y Sopena, 1985); L.A.A.T.=Fm. Limos y areniscas abigarrados de Torete; L.A.R.=Fm. Limos y areniscas de Rillo; A.R.A.=Fm. areniscas del Río Arandilla; N.P.=Fm. Nivel de Prados; A.R.G.=Fm. Areniscas de Rillo de Gallo; C.H.G.=Fm. Conglomerados de la Hoz del Gallo (Ramos, 1979); P.I.=Pérmico Indiferenciado; C.M.=Fm. capas de Montesorio; C.E.=Fm. capas de la Ermita (Sacher, 1966); L.Y.V.=«Lutitas

Se compone de dolomías ocre y grises (56 %), que constituyen niveles de hasta 7 m de espesor. Las margas (21 %), y las lutitas (23 %), aparecen intercaladas entre estos niveles de forma más frecuente y con mayor espesor en la parte media y superior de la unidad.

En diagramas el Sp produce una inflexión positiva. El GR muestra valores bajos que se elevan en la parte superior, igual que el GRN y el sónico. La resistividad es muy irregular, con un rango de variación importante y valores más bajos en la parte superior (Fig. 3). Las diferencias que se aprecian en los registros entre la parte superior y la inferior, se deben al incremento de lutitas en la parte superior de la unidad. Pueden observar-



con yesos de Valderromán»; L.D.C.A.=«Lutitas y dolomías de Cuevas de Ayllón»; A.C.A.=«Areniscas de Carrascosa de Arriba»; L.C.A.=«Lutitas de Cuevas de Ayllón»; A.L.T.=«Areniscas y lutitas de Termancia»; C.T.=«Conglomerados de Termancia»; A.R.P.=«Areniscas del río Pedro»; C.R.P.=«Conglomerados del río Pedro» (Hernando, 1980); L.A.C.N.=«Lutitas, areniscas y conglomerados de Noviales»; L.A.A.=«Lutitas y areniscas de Alpedroches»; L.A.P.=«Lutitas y areniscas de Pedro» (Pérez-Mazarío, 1990).

Fig. 4.-Stratigraphic cross-sections for the Central sector.

se tendencias ligeramente crecientes en el GR, sónico y GRN y tendencia decreciente en la resistividad.

En el sector centro (Fig. 4), la imagen en diagráfias muestra un intervalo más regular que la unidad anterior. Se caracteriza por unos valores de GR medios-bajos próximos a 60 API, que se elevan hasta 75 en la parte superior. El GRN es bajo, mostrando una tendencia creciente en la parte superior. La densidad también muestra una tendencia ligeramente creciente, mientras que, el sónico y la resistividad presentan valores más bajos en la parte inferior.

En el sector sur (Fig. 5), la alternancia de niveles de dolomías y mar-

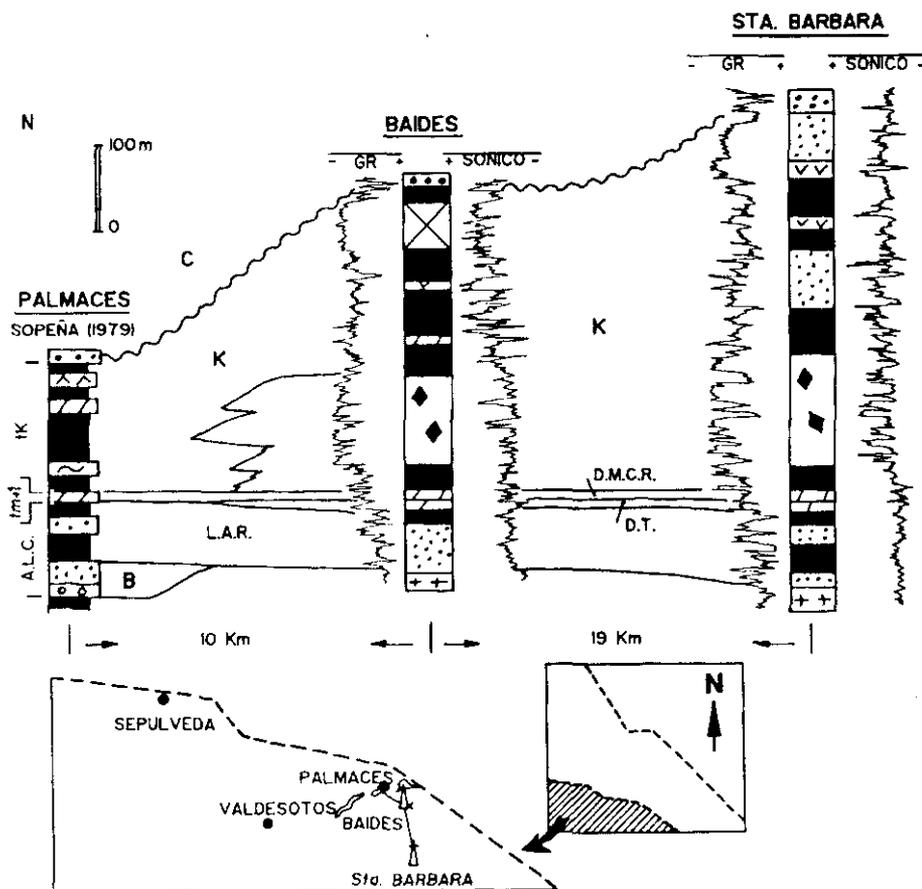


Fig. 5.—Gráfico de correlación de los sondeos y columnas analizadas en el sector sur. C=Cretácico; K=Keuper; D.M.C.R.=Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela; D.T.=Fm. Dolomías de Tramacastilla (Pérez-Arlucea & Sopeña, 1985); L.A.R.=Fm. Limos y areniscas de Rillo (Ramos, 1979); B=Tramo detrítico de carácter local; tK=«Arcillas y yesos de los Gavilanes»; tm1=«Arcillas y dolomías del Embalse de Palmaces»; A.L.C.=«Areniscas y lutitas de Cercadillo» (Sopeña, 1979).

Fig. 5. Stratigraphic cross-section for the South sector.

gas que compone la unidad, se refleja en las diagramas como un intervalo de valores irregulares. Estos valores son bajos en GR y sónico, mientras que los valores de GRN, densidad y resistividad son más altos en la parte media de la unidad.

b) *Espesor y límite inferior*

En el sector norte la unidad presenta un espesor mínimo de 10 m en el sondeo Castilfrío (Fig. 3) y un espesor máximo de 56 m en el sondeo Magallón (Fig. 3). En el sector centro (Fig. 4), la unidad no existe en las áreas más occidentales y tiene un espesor máximo de 24 m en la columna de Jubera. En el sector sur (Fig. 5), la unidad presenta un espesor de 15 m, que se va reduciendo hacia el N donde desaparece o pasa a facies terrígenas con algunas intercalaciones dolomíticas, que presentan un espesor máximo de 11 m (columna de Pálmaces, Sopena, 1979).

En cuanto al límite inferior en el sector norte, está marcado por un aumento de los valores de GR, GRN y sónico y una disminución de la resistividad. El Sp inicia una inflexión positiva. En el sector centro este límite viene marcado por un aumento en los valores de GR y densidad. El GRN, la resistividad y el sónico muestran ligeros descensos. En el sector sur, el límite inferior está menos marcado que el superior; se caracteriza por un aumento en el GR, GRN y sónico y una disminución en la resistividad y densidad.

c) *Extensión y equivalencias*

Se extiende por casi todo el sector norte. En el área más occidental de este sector (Fig. 3, columna Masilla), se produce un cambio lateral de facies caracterizado por un incremento en el porcentaje de terrígenos frente a los carbonatos. Este cambio de facies provoca que, en el área más noroccidental del sector norte, no sea posible individualizar esta unidad de la inferior. Presenta importantes variaciones de espesor, observándose una disminución hacia el N y hacia el W (Fig. 3), en este último caso, con un aumento del porcentaje de dolomías frente a otras litologías.

En el sector centro (Fig. 4), se encuentra representada en la parte más meridional. Hacia el N llega incluso a desaparecer, existiendo una amplia zona donde esta unidad no está presente. Como se indicó en la unidad anterior, se produce un cambio lateral hacia el NW que muestra un incremento en el porcentaje de terrígenos y una disminución en el de carbonatos.

En el sector sur (Fig. 5), se encuentra en la mayor parte del área estudiada, con excepción de la zona N, donde la sedimentación presenta caracteres terrígenos.

La litología y posición estratigráfica de esta unidad hacen posible su

correlación con las «Capas de Royuela» que Hinkelbein (1965), describe en el área de Albarracín, así como con la parte superior de la unidad M3 de Virgili (1958), en los Catalánides. Se corresponde con la unidad «Dolomías y margas superiores» que Arribas (1984), establece en la Rama Aragonesa. También sería equivalente a la parte más alta del Muschelkalk superior de Jurado (1988), en el subsuelo de la Cuenca del Ebro.

SECTOR CENTRO

Se localizan en este sector la mayoría de los sondeos analizados (Figs. 2 y 4). Se incluyen los sondeos San Pedro-2, Iglesias-1, Río Francó, Don Juan, Alcozar, Gormaz-1, Aldehuela, El Gredal, Sigüenza 44-3 y Sigüenza 50-12. Algunas de las series de superficie han sido levantadas para este trabajo, como son Serrezuela, Honrubia y Yelo, mientras que otras han sido compuestas a partir de datos tomados de la bibliografía como la de Ayllón, con datos de las columnas Noviales-Liceras y Cuevas de Ayllón de Hernando (1977) y Pérez-Mazarío (1990), y la de Jubera de García-Gil & Sopeña (1987). Los datos de la columna de Molina de Aragón, provienen de las columnas de Rillo de Gallo de Ramos (1979), y Zarzalejos y Masía de los Tejadillos de Pérez-Arlucea (1985).

Este sector es el único en el que se han identificado sedimentos asignados al Pérmico. Se localizan en los sondeos Iglesias-1, Alcozar, Gormaz-1, El Gredal y Sigüenza 44-3 y en la columna de Ayllón (Pérez-Mazarío, 1990). El espesor de los materiales pérmicos en los sondeos es muy variable, desde más de 462 m en Sigüenza 44-3, (en este sondeo no se perforó hasta el basamento), hasta 29 m en Alcozar.

Existen materiales triásicos en todos los sondeos de este área. Se apoyan sobre paleozoico, constituido por materiales de diversas edades. Algunos de los sondeos no llegan hasta el basamento, por lo que no se conoce la columna completa. Los materiales triásicos, presentan espesores variables con un máximo de 781 m en el sondeo Gormaz-1 y un mínimo de 37 m en Honrubia (Fig. 4). Se han reconocido y estudiado un total de 6 unidades en facies Buntsandstein (Fm. Conglomerados de la Hoz del Gallo, Fm. Areniscas de Rillo de Gallo, Fm. Nivel de Prados, Fm. Areniscas de río Arandilla, Fm. Limos y areniscas de Rillo, Fm. Limos y areniscas abigarrados de Torete, Tabla I). Existen, así mismo, dos unidades en facies Muschelkalk: Fm. Dolomías de Tramacastilla y Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela. Estas dos formaciones ya fueron descritas en el sector anterior, debido a que se encuentran presentes en los

tres sectores estudiados. Sobre ellas se sitúan materiales en facies Keuper, que presentan carácter terrígeno-evaporítico.

Fm. Capas de la Ermita (Facies grises de tipo Autuniense)

a) *Características*

Esta unidad fue definida por Sacher (1966), en el área de Molina de Aragón.

En el sondeo El Gredal, la unidad está formada por conglomerados (11 %), con un alto porcentaje de matriz lutítica y por lutitas (64 %) y areniscas de colores grises (25 %). Las diagrfias muestran una disminución de los valores de GR, densidad y resistividad hacia la parte superior, y se observa un aumento del sónico y GRN en el mismo sentido (Fig. 4).

b) *Espesor y límite inferior*

En el sondeo El Gredal presenta un espesor de 55 m y el límite inferior está muy bien marcado. Supone un aumento en el GR y un cambio importante en el resto de las diagrfias. Este límite se interpreta como una discordancia que separa el Paleozoico metamórfico de los materiales suprayacentes. El límite superior también se interpreta como una discontinuidad, que implica un cambio de buzamiento, de forma que por debajo de este límite la serie buza 34° y por encima de él 25°.

c) *Extensión y equivalencias*

Se desconoce la extensión que presenta, pues aparece únicamente, en el sondeo El Gredal. Sin embargo, las características sedimentológicas de los materiales pérmicos hacen suponer que pueda tratarse de una sedimentación que no alcanzó extensiones considerables.

Las características de las facies y su espesor hacen razonable suponer que estos materiales del sondeo El Gredal son más parecidos al Pérmico de áreas como Molina de Aragón (Ramos, 1979) que a los materiales

pérmicos de la región de Ayllón-Atienza (Hernando, 1977; Pérez-Mazario, 1990).

«Pérmico»

Se describen en este apartado las características litológicas de un conjunto de materiales que se localizan en algunos sondeos, por debajo de las facies Buntsandstein. Las características de estos materiales son muy variables por lo que, con los datos de subsuelo no ha parecido oportuno definir una unidad para ellos. Tampoco se han encontrado criterios para establecer correlaciones precisas, o bien con la Fm. Capas de Montesorro de Molina de Aragón (Guadalajara), o bien con alguna de las unidades establecidas por Hernando (1980), y Pérez-Mazario (1990), para el Pérmico del área de Ayllón (Soria).

a) *Características*

La distribución de los materiales y su espesor varía mucho en función de la columna que se analice. En el sondeo Iglesias-1 no existen niveles de conglomerados y las lutitas (85 %), son la litología dominante frente a las areniscas (15 %). Presentan niveles de nódulos carbonatados que pueden tener origen edáfico. En el sondeo Alcozar la única litología identificada son lutitas rojas.

En el sondeo Gormaz-1, esta unidad presenta una alternancia de conglomerados (66 %), con abundante matriz lutítica, areniscas (22 %) marrón-rojizo y lutitas (12 %) marrones y ocasionalmente grises. No se dispone de diagráfias en esta unidad ya que las lecturas de las herramientas no alcanzaron esta profundidad.

En el sondeo El Gredal está constituida por lutitas (70 %), rojas con intercalaciones de conglomerados (30 %), más abundantes en la parte superior y con abundante matriz lutítica. En diagráfias se caracteriza por la homogeneidad en sus registros; muestra un GR con valores en torno a 110 API, el GRN y la densidad tienen registros homogéneos, el sísmico muestra valores medios, aumentando ligeramente en la parte superior y la resistividad es homogénea (Fig. 4).

En el sondeo Sigüenza 44-3, esta unidad se encuentra formada principalmente por areniscas (47 %), grises y marrones de grano medio. Presentan niveles con bases netas con cantos blandos y forman secuencias

granodecrecientes. Pueden tener abundante bioturbación. En la parte superior aparecen finos niveles de anhidrita (1 %) y yeso intercalados entre las lutitas. Las lutitas (37 %), pueden encontrarse como depósitos de gran espesor con niveles de areniscas intercalados, o bien formando una alternancia con las areniscas con espesor similar. Los conglomerados (15 %), presentan abundante matriz lutítica y dominan en la parte inferior de la unidad. En este sondeo, que se realizó con testigo continuo, no existen diagráfias en los 93 m inferiores. Sin embargo, la imagen en los 369 m restantes, se corresponde con un Sp que muestra una inflexión positiva, que se atenúa en la parte superior. El GR muestra una parte inferior del registro con un GR de valores altos e irregulares, a continuación presenta valores relativamente homogéneos y variables entre 20 y 45 API, con algunas secuencias de valores crecientes. Excepcionalmente existen en la parte superior algunos valores de 80 API. La resistividad muestra valores medios, con una parte inferior de valores altos, presentando en la parte media una zona sin registro. En la parte superior muestra un descenso llegando incluso a 0 ohms m²/m.

b) *Espesor y límite inferior*

Presenta un espesor de 25 m en el sondeo Iglesias-1, 29 m en el sondeo Alcozar, 127 m en el sondeo Gormaz-1, 71 m en el sondeo El Gredal y más de 462 m en el sondeo Sigüenza 44-3.

En el sondeo Iglesias-1, el límite inferior viene marcado, sobre todo, por un descenso en los valores de GR, que en general se observa bien en todos los registros. Se interpreta como una discordancia con los materiales paleozoicos infrayacentes. En el sondeo Alcozar, igual que en el caso anterior, el límite inferior es una discordancia con el Paleozoico infrayacente y se caracteriza principalmente por un descenso en los valores de GR y un aumento del sónico. Estos contrastes se producen porque en el caso del sondeo Iglesias-1, los materiales infrayacentes son cuarcitas, mientras que en Alcozar se trata de calizas.

En los sondeos Gormaz-1 y Sigüenza 44-3, se desconocen las características del límite en diagráfias, pues no fue alcanzado por las herramientas. En el sondeo El Gredal, el límite inferior muestra una disminución del GR y de la densidad y un aumento del GRN y sónico. La resistividad disminuye ligeramente para aumentar posteriormente. Se observa un cambio del buzamiento; por debajo de este límite la serie buza 34° y por encima de él 25°.

c) *Extensión y equivalencias*

Se considera que los materiales pérmicos descritos sólo son representativos del punto en el cual se ha realizado la columna o sondeo. Esto es debido a las características de la sedimentación del Pérmico en esta región, que se produjo muy probablemente, en cubetas generalmente aisladas.

Por las características de sus facies y espesores, puede decirse que presentan similitudes con la unidad «Lutitas, areniscas y conglomerados de Cañamares» del Pérmico del enlace del Sistema central y la Cordillera Ibérica (Hernando, 1980 y Pérez-Mazarío, 1990), excepto en el sondeo El Gredal, donde estos materiales son más parecidos a los descritos en sectores como Molina de Aragón (Fm. Capas de Montesorro de Sacher, 1966).

Fm. Conglomerados de la Hoz del Gallo

a) *Características*

El nombre de esta unidad ha sido tomado de Ramos (1979), quién definió la unidad en la región de Molina de Aragón (Guadalajara).

Los conglomerados (65 %), son la litología fundamental. Están formados por cantos de cuarcita y cuarzo con escasa matriz arenosa. Pueden tener intercalados niveles de areniscas (30 %), de grano grueso, sobre todo en la parte media de la unidad y más frecuentemente donde el espesor de la unidad es mayor. Las lutitas aparecen en un porcentaje del 5 %.

En la parte superior puede aparecer un tramo en el cual la litología dominante son las areniscas rojas y rosas de grano grueso, que aparecen en un porcentaje del 55,8 %. Los conglomerados constituyen el 34,5 % y las lutitas rojas el 9,6 %. Este tramo, se ha individualizado como una subunidad denominada G3, localizado por encima de las subunidades G1 y G2 establecidas por Ramos (1979), en esta formación. En las áreas donde G3 presenta mayores espesores relativos (Fig. 4, Ayllón), se observa un aumento del porcentaje de lutitas, mientras que en aquellas con un espesor relativo menor, es el porcentaje de conglomerados el que aumenta (Fig. 4, Alcozar).

En el conjunto de la unidad, las diagráfias muestran una imagen caracterizada por unos registros bastante homogéneos. El GR presenta valores bajos y constantes, próximos a 0 API. El Sp produce una inflexión,

muy condicionada por el tipo de materiales adyacentes. El GRN presenta valores bajos. La densidad registra valores relativamente elevados. El sísmico tiene valores bajos, con una variación entre 50 y 60 ms/p. La resistividad muestra valores altos (Fig. 4).

En el tramo establecido como subunidad G3, la imagen es más irregular, presentando variaciones en los valores de forma gradual. El GR muestra intervalos de valores bajos, separados por otros menores de valores medios. En la curva del Sp dominan las inflexiones negativas. El sísmico muestra valores bajos. La resistividad presenta valores medios, con algunos intervalos de valores más altos que serían los conglomerados, y otros picos de valor más bajo que marcan los niveles de lutitas.

b) *Espesor y límite inferior*

El espesor de esta unidad es muy variable, con un mínimo de 17 m (Fig. 4, sondeo San Pedro-2) y un máximo de 190 m (Fig. 4, sondeo Sigüenza 44-3). Esta variación es irregular (Fig. 4), observándose una disminución hacia el N (Alcozar), y hacia el NE (El Gredal), y un aumento en sentido SW (Ayllón) y SE (Sigüenza 44-3). La subunidad G3 no existe en el sondeo El Gredal. El máximo espesor es de 107 m en el sondeo Sigüenza 44-3. En ella, se observa un aumento de espesor en sentido SE y W.

El límite inferior viene marcado por un descenso en los valores del GR, que en ocasiones puede ser muy acusado (Fig. 4, sondeo El Gredal). El GRN también desciende, mientras la resistividad aumenta. Se interpreta como discordante con el Paleozoico infrayacente.

c) *Extensión y equivalencias*

Se encuentra en todo el sector centro, aunque como se indicó anteriormente presenta importantes variaciones de espesor. En este sector hay un área de no existencia, situado en la región de Río Francó-Honrubia (Fig. 4).

Esta unidad representa el comienzo de la sedimentación en facies Buntsandstein, lo que unido a su litología constituida por conglomerados, hace que se considere equivalente a las unidades «Conglomerados del río Pedro» (Hernando, 1980), así como a los «Conglomerados de Riba de Santiuste» de Sopena (1979), en la zona de enlace de la Cordillera Ibérica

y el Sistema Central, y a la unidad C de Sánchez-Moya (1992), establecidas en Riba de Santiuste.

En el área de Molina de Aragón, Ramos (1979), distingue dos subunidades G1 y G2. Con los datos de subsuelo se ha podido definir una tercera subunidad G3, que sería equivalente a la parte inferior de la unidad «Areniscas del río Pedro» de Hernando (1977), a la parte más inferior de la unidad «Areniscas de Riba de Santiuste», de Sopena (1979) y a la unidad A1 de Sánchez-Moya (1992). Aunque la subunidad G3, no ha sido identificada en Molina de Aragón, en esta región, concretamente en el área de Chequilla, sobre la Fm. Conglomerados de la Hoz del Gallo, existe una costra ferruginosa de varios centímetros de espesor (Pérez-Arlucea, com. oral), que pudiera ser su equivalente lateral.

Fm. Areniscas de Rillo de Gallo

a) Características

El nombre de esta unidad se ha tomado de Ramos (1979), quien la define en la región de Molina de Aragón (Guadalajara).

Las areniscas (76 %), constituyen la litología fundamental y pueden presentar cantos de cuarzo y cuarcita dispersos. El tamaño de grano es variable, en ocasiones es posible identificar secuencias granodecrecientes que en el techo presentan niveles de lutitas. Las secuencias presentan bases erosivas con acumulaciones de cantos de cuarcita. Las lutitas (24 %), constituyen niveles de espesor variable con intercalaciones de areniscas. Los niveles de lutitas son más frecuentes, y presentan un mayor espesor, en la parte superior de la unidad.

Las areniscas pueden ser en ocasiones versicolores, sobre todo en la parte superior. Este hecho se produce en aquellas áreas donde el espesor es menor y pudiera estar relacionado con desarrollos edáficos que, como se observa en superficie, producen importantes decoloraciones en los tonos de las areniscas.

La Fm. Areniscas de Rillo de Gallo, se caracteriza por ser un intervalo irregular, con valores de GR medios, que presenta tramos de valores más altos que corresponderían a los niveles de lutitas. El GRN y la densidad muestran valores medios. El sónico es mayor que en las unidades adyacentes, con un rango de valores bajos próximos a 75 ms/p. La resistividad muestra valores altos en la base, más bajos en la parte media y más irregulares en la parte superior (Fig. 4).

En la parte inferior se observa una tendencia decreciente en los registros de resistividad y GRN, mientras que el GR, muestra valores con tendencia creciente, aunque menos acusada que en los registros anteriores.

Hay que destacar que en el área más noroccidental de este sector centro (Fig. 4, sondeos San Pedro-2 e Iglesias-1), no ha sido posible identificar esta unidad. En esta zona existe un intervalo que equivaldría a las Fms. Areniscas de Rillo de Gallo y Nivel de Prados del resto del sector. Está compuesto litológicamente por lutitas (67 %), rojas, grises, verdes y negras con algunas intercalaciones de areniscas (33 %), rojas. Las areniscas pueden aparecer como niveles de mayor espesor, o bien, como delgadas intercalaciones entre importantes niveles de lutitas. La imagen en las diagráfias se caracteriza por ser homogénea, interrumpida por inflexiones negativas en caso del Sp y por picos de aumento en los registros de resistividad. En este intervalo puede observarse un aumento de espesor en sentido S y SE que viene acompañado por un incremento en el porcentaje de lutitas.

b) *Espesor y límite inferior*

La unidad presenta un espesor máximo de 177 m en el sondeo Sigüenza 44-3 y un espesor mínimo de 21 m en el sondeo El Gredal (Fig. 4).

El límite inferior se observa muy claramente en todos los registros. Supone un aumento en los valores del GR y una disminución en los valores del resto de los registros. Se observa especialmente bien en el sondeo El Gredal, donde no existe la parte superior de la Fm. Conglomerados de la Hoz del Gallo y el paso a esta unidad se produce de una manera muy brusca.

c) *Extensión y equivalencias*

El máximo espesor se localiza en la parte central del sector centro, observándose una disminución de espesor de forma irregular hacia el N (Fig. 4). También disminuye en las áreas situadas más al NE. La disminución de espesor que se observa hacia el N lleva consigo una variación en la composición litológica, con una reducción del porcentaje de lutitas frente al de areniscas. También se asocia a esta reducción de espesor el cambio en el color de las areniscas, lo cual apoya la hipótesis del cambio en la coloración debido al desarrollo de procesos edáficos.

Esta unidad, como ya se indicó, no se ha podido distinguir de la superior en el área norte de este sector. Así mismo, no existe representación de la unidad en el área Río Francó-Honrubia (Fig. 4), donde no existen depósitos en facies Buntsandstein.

Equivale a parte de las unidades «Areniscas del río Pedro» de Hernando (1980), en el área de Ayllón-Atienza y a la unidad «Areniscas de Riba de Santiuste», de Sopeña (1979), descrita en la zona de enlace de la Cordillera Ibérica y el Sistema Central. Así mismo, puede asimilarse a las unidades A2 y A3, de Sánchez-Moya (1992), definidas en el área de Riba de Santiuste.

Fm. Nivel de Prados

a) Características

El nombre se ha tomado de Ramos (1979), quién definió esta unidad en la zona de Molina de Aragón (Guadalajara).

Se encuentra constituida principalmente por lutitas rojas (70 %). Las areniscas (30 %), aparecen en general como finos niveles intercalados en las lutitas, aunque en ocasiones forman niveles de mayor espesor con bases erosivas.

La imagen en las diagrfías, está condicionada por el poco espesor que presenta en casi todos los sondeos. Se trata de un intervalo con un GR más alto que en la unidad inferior y una resistividad con valores algo inferiores. Normalmente constituye un tramo de tránsito entre la Fm. Areniscas de Rillo de Gallo y la formación superior.

b) Espesor y límite inferior

Se trata de una unidad con poco espesor, con un máximo de 43 m en el sondeo Sigüenza 44-3 (Fig. 4). No existe en el sondeo el Gredal.

El límite inferior no se puede definir con precisión en las diagrfías, debido al poco contraste litológico existente entre esta unidad y la infra-yacente Fm. Areniscas de Rillo de Gallo. Sin embargo, se detecta un ligero aumento en el registro de GR y variaciones en los registros de resistividad.

c) *Extensión y equivalencias*

La Fm. Nivel de Prados, se extiende por casi todo el área S del sector centro, a excepción del sondeo El Gredal donde esta unidad no existe. Como ya se ha mencionado, en el área N la Fm. Nivel de Prados no ha podido ser diferenciada de la unidad inferior. Tampoco aparece en el área de Río Francó-Honrubia (Fig. 4), donde no existe sedimentación de las facies Buntsandstein. Por tanto, esta unidad presenta una distribución muy irregular (Fig. 4). La reducción de espesor que experimenta hacia el N va acompañada de un incremento en el porcentaje de lutitas que llega al 100 % en el sondeo Alcozar. También se observa una reducción de espesor hacia el NE como en unidades anteriores.

Esta unidad puede ser equivalente a la parte superior de las unidades «Areniscas del río Pedro» de Hernando (1980), del área de Ayllón-Atienza, y «Areniscas de Riba de Santiuste» de Sopeña (1979), establecida en la zona de enlace de la Cordillera Ibérica y el Sistema Central. También puede considerarse equivalente a la unidad A4 de Sánchez-Moya (1992), descrita en el área de Riba de Santiuste.

Fm. Areniscas del río Arandilla

a) *Características*

El nombre corresponde al empleado por Ramos (1979), quién estableció esta unidad en la región de Molina de Aragón (Guadalajara).

Esta unidad está formada por areniscas (60 %), que forman secuencias granodecrecientes, con base erosiva y acumulaciones de cantos blandos, de un espesor medio de 5 m. En ocasiones, las areniscas pueden presentar color verde y contienen restos de materia orgánica. Las lutitas (34 %), pueden aparecer formando el techo de las secuencias granodecrecientes o bien, como niveles de mayor espesor alternando con niveles de areniscas. Ocasionalmente incluyen niveles de nódulos de carbonatos.

Localmente se ha distinguido un tramo formado por conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita que incluyen a veces cantos de pizarra y presenta una matriz lutítica. Tiene un espesor de 10 m. Este tramo ha sido denominado en superficie por Hernando (1980), «Conglomerados de Termancia». Se localiza exclusivamente en el área central de este sector y

se halla situado en la base de la unidad (Fig. 4, sondeos Alcozar, Gormaz-1 y la columna de Ayllón). En diagrfías, se observa como un intervalo homogéneo con valores relativamente altos de GR, GRN y resistividad; el sónico presenta valores de 50 ms/p. Los valores elevados de GR y GRN serían debidos a la presencia de matriz lutítica en los conglomerados.

En conjunto presenta una imagen caracterizada por valores de GR relativamente altos, sobre todo en la parte media de la misma. El Sp alterna las inflexiones negativas y las positivas. El GRN muestra valores altos. La resistividad tiene valores altos con una parte media de valores más bajos. El sónico tiene un rango de variación entre 70 y 50 ms/p (Fig. 4).

b) *Espesor y límite inferior*

Presenta un espesor mínimo de 28 m en el sondeo Alcozar y un espesor máximo de 128 m en el sondeo Sigüenza 44-3 (Fig. 4).

El límite inferior viene marcado por un cambio muy acusado en los valores de los registros, principalmente en el área donde está presente el tramo «Conglomerados de Termancia». Destaca en general, el cambio observado en los registros de resistividad.

c) *Extensión y equivalencias*

No se ha identificado en el área de Río Francó-Honrubia (Fig. 4). En el resto del área se encuentra bien representada. Como se indicó existe un tramo de conglomerados restringido al área más central del sector. Puede observarse (Fig. 4), un aumento de espesor en general en sentido SE, acompañado de un aumento en el porcentaje de areniscas.

Por las características de sus facies y la posición estratigráfica que ocupa, puede equivaler a las unidades «Conglomerados de Termancia» y parte de la unidad «Areniscas y lutitas de Termancia» de Hernando (1980), en la zona de Ayllón-Atienza. También puede corresponder a la parte inferior de las «Areniscas y limos de Cercadillo» de Sopena (1979), en el área de enlace de la Cordillera Ibérica y el Sistema Central. Así mismo, presenta semejanzas con la unidad A5 y parte de la A6 de Sánchez-Moya (1992), en Riba de Santiuste.

Fm. Limos y areniscas de Rillo

a) *Características*

El nombre ha sido tomado de Ramos (1979), quién establece esta unidad en el sector de Molina de Aragón (Guadalajara).

La Fm. Limos y areniscas de Rillo está constituida por una alternancia irregular de areniscas versicolores (58 %), y lutitas rojas, verdes y grises (41 %). Las areniscas presentan cantos de cuarzo y cuarcita, principalmente en la parte inferior. Pueden formar secuencias granodecrecientes con base erosiva, en la cual se concentran cantos blandos. El espesor de estas secuencias puede variar entre 2 y 4 m. Las areniscas versicolores, se localizan en las zonas donde la unidad presenta menor espesor y lo mismo que ocurría en las unidades anteriores, este hecho puede relacionarse con la existencia de procesos edáficos. En algunos casos presentan óxidos de hierro y costras carbonatadas que se reflejan en las diagrfías como picos con carácter anómalo.

Las lutitas forman normalmente niveles de espesor variable, con niveles finos de areniscas intercalados entre ellas. Predominan en la parte superior, donde aparecen como niveles alternando con las areniscas, mientras que en la parte inferior suelen formar el techo de las secuencias granodecrecientes. Los conglomerados (11 %), aparecen únicamente en algunas series como Gormaz-1 y El Gredal (Fig. 4).

En diagrfías se aprecia como un intervalo irregular, con tramos de valor más constante. En general, tiene GR con valores altos en la parte inferior y media, que son más irregulares en la superior, presentando un rango de variación entre 70 y 140 API. El GRN presenta el mismo carácter que el GR, pero de forma menos acusada. La densidad mantiene valores medios. El sónico tiene valores bajos y las curvas de resistividad presentan un aspecto muy irregular.

En el techo de la unidad existe, en algunos sondeos (Fig. 4, Gormaz), un nivel de areniscas que en las diagrfías presenta características peculiares, como valores de GR altos y GRN, sónico y resistividad bajos. En superficie (Ayllón), y en la misma posición estratigráfica se observa un nivel de alteración con enriquecimientos en hierro y carbonatos que en sondeo puede generar las anomalías en los registros.

En el sector sur (Fig. 5), también se ha identificado la Fm. Limos y areniscas de Rillo. La imagen en diagrfías en este sector se caracteriza por un registro de GR con valores irregulares, que tienen un rango de variación entre 60 y 150 API. El GRN tiene valores menos irregulares, con

un valor medio del 15 % de porosidad-GRN . La densidad muestra en general valores próximos a 2,45 gr/cc. El sónico tiene valores cercanos a 80 ms/p, que en el conjunto de toda la serie triásica pueden considerarse bajos. La resistividad presenta valores bajos, que señalan en principio una tendencia decreciente, e inician con posterioridad una tendencia creciente.

b) *Espesor y límite inferior*

El máximo espesor de la Fm. Limos y areniscas de Rillo es de 146 m en el sondeo Sigüenza 50-12 y el mínimo es de 27 m localizado en el sondeo San Pedro-2 (Fig. 4). En el sector sur presenta un espesor mínimo de 49 m en el sondeo Baides y un espesor de 60 m en el sondeo de Sta. Bárbara.

El límite inferior es muy neto en todos los registros, viene marcado por un aumento en los valores de GR, GRN y sónico, disminuyendo el valor de los registros de resistividad. En el sector sur, el límite inferior de la Fm. Limos y areniscas de Rillo viene marcado por un cambio en los registros, muy acusado en las curvas del GR y resistividad. Este cambio supone un descenso en los valores con relación a los niveles inferiores.

c) *Extensión y equivalencias*

La unidad se localiza en todo el sector centro, siempre con la excepción del área de Río Francó-Honrubia (Fig. 4), donde no existen materiales en facies Buntsandstein. También aparece en la columna de Jubera donde se desconoce el espesor exacto, pues no llega a aflorar la base. La distribución areal es muy irregular, aunque puede observarse una tendencia a aumentar de espesor hacia el SE (Fig. 4).

Puede asimilarse a parte de las unidades «Areniscas y lutitas de Termancia» y «Lutitas de Cuevas de Ayllón» establecidas por Hernando (1980), en la región de Ayllón-Atienza, así como a la unidad «Areniscas y limos de Cercadillo» de Sopeña (1979), descrita en la zona de enlace de la Cordillera Ibérica y el Sistema Central. Es semejante a la parte superior de la unidad A6 y a la unidad A7 establecidas en Riba de Santiuste por Sánchez-Moya (1992).

Fm. Limos y areniscas abigarrados de Torete

Se toma el nombre de Ramos (1979), quién define esta formación en el área de Molina de Aragón (Guadalajara).

No se realiza una descripción detallada como en el resto de las unidades debido a los problemas que plantea su identificación en diagrfias dado su escaso espesor, así como la similitud litológica que presenta con la unidad infrayacente, Fm. Limos y areniscas de Rillo. Se ha separado en la columna de Molina de Aragón (Fig. 4), donde fue definida, y en la columna de Jubera (Fig. 4), donde fue identificada por García-Gil (1990).

Por encima de las unidades descritas hasta aquí, se localizan en este sector las unidades carbonatadas de las facies *Muschelkalk*, Fm. Dolomías de Tramacastilla y Fm. Dolomías margas y calizas de Royuela (Tabla I). Las características y peculiaridades de estas unidades fueron descritas con anterioridad en el sector norte.

SECTOR SUR

Se incluyen en este sector los sondeos Baidés y Sta. Bárbara y la columna de Pálmaces (Fig. 5), compuesta a partir de las columnas de Pálmaces, El Carrascal y Los Gavilanes de Sopeña (1979). No se han identificado materiales atribuibles al Pérmico en los sondeos Baidés y Sta. Bárbara, en los cuales la serie triásica se sitúa sobre granitos y gneises respectivamente.

El conjunto de los materiales triásicos no presenta en este área grandes espesores. En el sondeo Sta. Bárbara alcanzan 389 m, en Baidés 314 m, y 178 m en los afloramientos de los alrededores de Pálmaces (Sopeña, 1979). La parte inferior de esta última serie (B en la Fig. 5), está compuesta por areniscas de grano grueso, lutitas y conglomerados que equivalen a la parte inferior de la unidad «Areniscas y limos de Cercadillo» de Sopeña (1979). Estos materiales sólo están representados en la columna de Pálmaces.

La siguiente, Fm. Limos y areniscas de Rillo, corresponde a la parte superior de las facies *Buntsandstein* de otras áreas. Las formaciones que le suceden: Fm. Dolomías de Tramacastilla y Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela corresponden a los carbonatos de las facies *Muschelkalk*. Estas tres formaciones han sido descritas con detalle en los sectores norte y centro. Sobre ellas se sitúan las facies *Keuper*.

SECTOR SUR
BORDE DE LA
MESETA

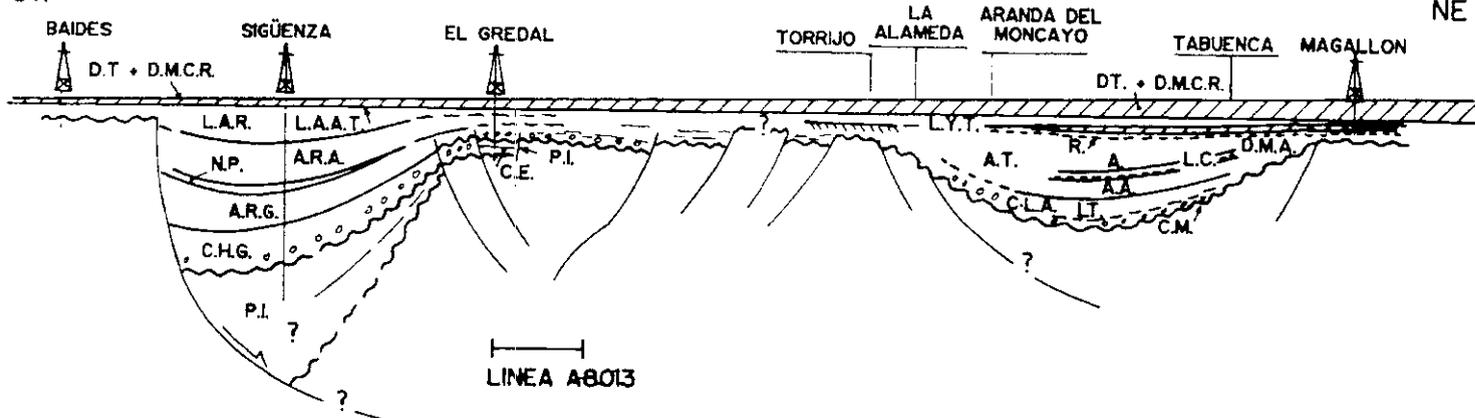
SECTOR CENTRO

SECTOR NORTE
CUENCA DEL
EBRO

RAMA CASTELLANA CUENCA DE ALMAZAN RAMA CASTELLANA RAMA ARAGONESA

SW

NE



LINEA A8013

SW

NE

EL GREDAL

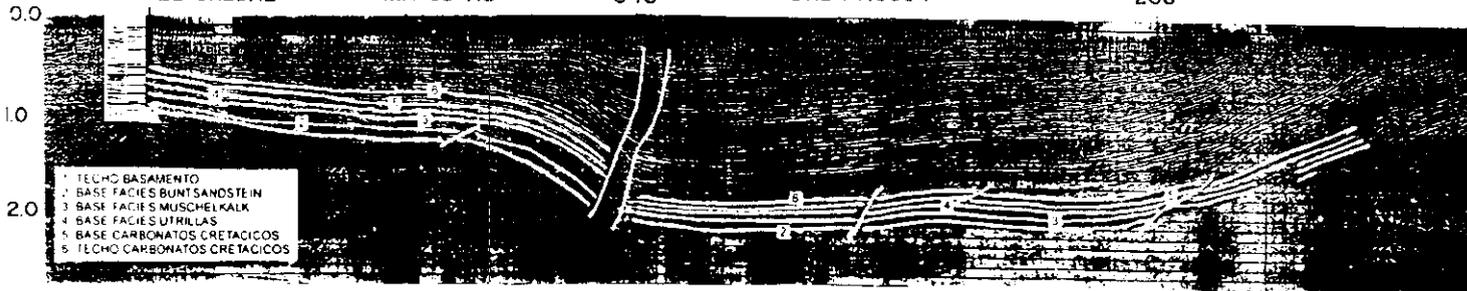
LINEA 69-A3

546

LINEA A8004

266

TIEMPO EN SEGUNDOS



DISCUSIÓN DE LAS UNIDADES Y COMPARACIÓN CON OTRAS ÁREAS

En las figuras 3, 4 y 5, se muestran las relaciones y variaciones que presentan las unidades litoestratigráficas de los tres sectores establecidos, según una dirección NW-SE. Estas correlaciones pueden establecerse de un modo relativamente sencillo por la facilidad que proporciona la existencia de continuidad de afloramientos en superficie o de variaciones no muy importantes en las litologías y facies analizadas en el subsuelo.

No sucede lo mismo cuando se pretende establecer la correlación según una dirección SW-NE. El análisis de estas relaciones se ve entonces dificultado por la falta de continuidad provocada por la existencia de la cuenca terciaria de Almazán y por la Depresión de Calatayud-Teruel. Otra dificultad añadida, es la falta de sondeos en estas áreas, ya que casi todos, con excepción del sondeo El Gredal, se encuentran situados en la mitad noroccidental de la Cuenca de Almazán, en su enlace con la Cuenca del Duero (Fig. 2).

Estas dificultades pueden solventarse en parte, mediante el análisis de las líneas sísmicas realizadas en la Cuenca de Almazán (Muñoz, 1993). Este análisis ha servido de base para la elaboración de la figura 6, en la que se muestra un esquema de distribución de las unidades establecidas en los tres sectores. Se intenta con ello, reflejar las relaciones existentes entre las unidades de las diferentes áreas.

Cuando se comparan los tres sectores (Fig. 6), se observa la existencia de materiales pérmicos bien desarrollados en algunas áreas del sector centro. En la región de Reznos (Soria), que se incluiría en el ámbito del sector norte, han sido datados (De la Peña *et al.*, 1977), materiales de

Fig. 6.—A. Esquema de distribución de las unidades litoestratigráficas en los sectores analizados.—B. Interpretación de la línea sísmica A8013, en ella se encuentra calado el sondeo El Gredal. D.M.C.R.=Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela; D.T.=Fm. Dolomías de Tramacastilla; L.Y.T.=Fm. Lutitas y yesos de Tramacastilla; D.M.A.=Fm. Dolomías y margas de Albarracín (Pérez-Arlucea & Sopena, 1985); R.=«Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior» (Röt) (Marzo, 1980); A.T.=«Areniscas de Tierga», subunidades: A.L.R.=«Areniscas y lutitas de Rané»; L.C.=«Lutitas de Carcajejos», A.A.=«Areniscas de Aranda»; C.L.A.=«Conglomerados y lutitas del Araviana», subunidades: L.T.=«Lutitas de Trasobares»; C.M.=«Conglomerados del Moncayo» (Arribas, 1984); L.A.A.T.=Fm. Limos y areniscas abigarrados de Torete; I.A.R.=Fm. limos y areniscas de Rillo; A.R.A.=Fm. Areniscas del Río Arandilla; N.P.=Fm. Nivel de Prados; A.R.G.=Fm. Areniscas de Rillo de Gallo; C.H.G.=Fm. Conglomerados de la Hoz del Gallo (Ramos, 1979); P.I.=Pérmico Indiferenciado; C.E.=Fm. Capas de la Ermita (Sacher, 1966).

Fig. 6.—A. Schematic cross-section through the studied area showing the stratigraphic framework.—B. Seismic line (A8013) and interpretation.

edad Autuniense por debajo de la unidad «Conglomerados y lutitas del Araviana» (CLA). Sin embargo, hay controversia como ya se ha dicho, sobre la posibilidad de existencia o no de materiales pérmicos en facies Saxoniense (Tallos, 1984; Arribas, 1985; Rey & Ramos, 1991).

En el sector centro se han encontrado materiales que por sus características y posición estratigráfica pueden ser atribuidos al Pérmico. Según el área en que se encuentren pueden diferenciarse distintas unidades. En el sondeo El Gredal, se establecen dos conjuntos separados por una discordancia. Estos conjuntos pueden relacionarse en superficie con las dos divisiones establecidas por Ramos (1979), en el área de Molina de Aragón, para materiales que se sitúan en la misma posición estratigráfica. La parte inferior de estos materiales fue datada por Ramos; Doubinger & Adloff (1977), como Autuniense (Fm. Capas de la Ermita), y la parte superior se asimila a las facies Saxoniense (Fm. Capas de Montesoro). Sin embargo, en otras áreas del sector centro, como se observa en el sondeo Gormaz-1 (Fig. 4), se encuentran una serie de materiales en tonos rojos, que se parecen más a los materiales Pérmicos descritos por Hernando (1977) y Pérez-Mazarío (1990) en el área de Ayllón-Atienza que a los materiales descritos por Ramos (1979). Estos materiales, de tonos rojos, están datados en el sondeo Sigüenza 44-3, donde se encontraron asociaciones palinológicas de edad Thuringiense y quizás Pérmico medio, en la parte inferior del sondeo (Dra. Doubinger, com. oral).

Por tanto, en este trabajo, se han establecido para el Pérmico del subsuelo: un conjunto que correspondería a un Pérmico gris de edad Autuniense (Fm. Capas de la Ermita), un Pérmico rojo que se asimila a las facies Saxoniense y otro conjunto de mayor espesor que en espera de nuevas aportaciones se ha llamado Pérmico indiferenciado. En superficie se deben utilizar las unidades establecidas por los autores que han estudiado las distintas áreas.

La comparación de los materiales triásicos en sentido NE-SW (Fig. 6), muestra la existencia de dos surcos principales con subsidencia diferente, separados por una zona elevada. Esta zona de alto estructural, está situada en parte en la Cuenca de Almazán y en la zona más oriental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Concretamente en este área, en la vertical de Torrijo (Fig. 6), las facies Buntsandstein presentan una serie de niveles de costras ferruginosas que impiden identificar las unidades en estos materiales.

Con los datos de sismica de los que se dispone actualmente en la Cuenca de Almazán, no es posible establecer divisiones que pudieran corresponder a unidades litoestratigráficas. Por tanto, no ha sido posible se-

parar las diversas unidades en el subsuelo de esta cuenca. Sin embargo, se observa que este área, que es una zona de importante acumulación de materiales terciarios, debió representar una zona de escasa subsidencia durante el Triásico, ya que el espesor de materiales de esta edad es muy reducido en comparación con otras áreas de superficie. Hay por tanto, una «inversión de subsidencia» con respecto al Mesozoico en general.

Esta zona debió actuar en parte incluso, como un umbral durante la sedimentación pérmica y de la mayoría del Buntsandstein, aislando el área de Baidés-El Gredal del área Torrijo-Magallón (Fig. 6). Probablemente, durante gran parte del Triásico, estas dos áreas funcionaron como subcuencas separadas, con áreas de aporte distintas. En el área occidental, las áreas madre, son fundamentalmente metamórficas de alto grado (Hernando, 1977; Sopeña, 1979; Ramos 1979; Rincón; Ramos & Sopeña, 1980), mientras que en el área oriental son metamórficas de bajo grado pasando, en la parte más superior según Arribas; Marfil & De la Peña (1985), a ser granítico-gneíscas.

Así pues, una de las razones de la dificultad que existe para establecer correlaciones entre las unidades de la Rama Castellana y de la parte N de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, sería el hecho de que durante gran parte del Triásico habrían funcionado como subcuencas distintas, y los materiales depositados en ambas zonas no serían iguales, respondiendo a áreas madre distintas y a secuencias de sistemas sedimentarios diferentes.

En la figura 6 se observa el importante control tectónico en la distribución de las unidades en facies Buntsandstein en estas dos subcuencas. Así, mientras en la subcuenca correspondiente al sector centro (sondeo Sigüenza y El Gredal) se depositaron los materiales correspondientes a las unidades: Fm. Conglomerados de la Hoz del Gallo, Fm. Areniscas de Rillo de Gallo, Fm. Nivel de Prados, Fm. Areniscas del río Arandilla, Fm. Limos y areniscas de Rillo y Fm. Limos y areniscas abigarrados de Torete, en el sector norte (sondeos Magallón y columnas Tabuena, Aranda del Moncayo y La Alameda), se depositaron los sedimentos correspondientes a las unidades, «Conglomerados y lutitas del Araviana» y «Areniscas de Tierga».

A partir de aquí, pueden establecerse correlaciones con las secuencias deposicionales de distintos tipos y ordenes establecidas por diversos autores en otras áreas de la Península. Por encima de los anteriores depósitos, que corresponden a la sedimentación netamente continental, se suceden el «Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior» y la Fm. Dolomías y margas de Albarraçín, como resultado de la primera invasión

marina del Tethys y que solo alcanza el sector norte (La Alameda - Magallón). Este episodio puede correlacionarse con la «secuencia deposicional 1» establecida por Calvet; Tucker & Henton (1990), para el área NE de la Península Ibérica (secuencia 2.1 de Haq; Handbol & Vail, 1988), y que ha sido también reconocida en la zona SE de la Cordillera Ibérica (López-Gómez; Mas & Arche., 1993). Así mismo, Frechengues & Peybernes (1991), establecen en los Pirineos la estratigrafía secuencial del Triás medio y superior. La secuencia deposicional más inferior de estos autores (SD 237), podría muy probablemente correlacionarse con la secuencia deposicional 1 de Calvet *et al.* (1990). Sin embargo, las edades que ambos autores establecen para dicha secuencia son bastante diferentes.

En el caso que nos ocupa, en el sector norte, la secuencia deposicional comenzaría con la unidad «Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior», que constituiría el «cortejo sedimentario de bajo nivel del mar», siendo la Fm. Dolomías y margas de Albarracín el «cortejo sedimentario transgresivo» más el «cortejo sedimentario de alto nivel del mar». Sin embargo, en amplias áreas de la Cordillera Ibérica, en las que la Fm. Dolomías y margas de Albarracín se apoya discordante directamente sobre el Buntsandstein fluvial (Pérez-Arlucea & Sopena, 1985; Pérez-Arlucea, 1991), no es posible reconocer sedimentos correspondientes al «cortejo sedimentario de bajo nivel del mar», registrándose solamente las parte superior de la «secuencia deposicional 1».

Sin embargo, en la zona centro (Sigüenza en la Fig. 6), donde no llega la primera transgresión del Tethys, su influencia se ve reflejada en la evolución sedimentológica de la Fm. Limos y areniscas de Rillo (Muñoz *et al.*, 1992). Dentro de esta formación existirían 2 primeras etapas de sedimentación fluvial de baja sinuosidad y canales efímeros que podrían ser el equivalente lateral de la etapa de «cortejo sedimentario de bajo nivel del mar». Durante una tercera etapa se instala en el área una sedimentación terrígeno-evaporítica de influencia mixta (marino-continental), que estaría posiblemente relacionada con el «cortejo sedimentario transgresivo» y con el «cortejo sedimentario de alto nivel del mar».

Las formaciones suprayacentes, Fm. Lutitas y yesos de Tramacastilla, Fm. Dolomías de Tramacastilla y Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela, constituyen el equivalente lateral de la segunda «secuencia deposicional» del NE de la Península (Calvet *et al.*, 1990), (secuencia 2.2 de Haq *et al.*, 1988). Esta segunda secuencia deposicional ha sido reconocida también en las zonas central y sureste de la Cordillera Ibérica (Pérez-Arlucea, 1991; López-Gómez *et al.*, 1993). Así mismo, García-Gil

(1991), en el borde de la meseta reconoce la existencia de una secuencia deposicional incompleta (no existirían los materiales correspondientes al «cortejo sedimentario de bajo nivel del mar»), que correlaciona con la segunda «secuencia deposicional» de Calvet *et al.* (1990).

Dentro de la zona que aquí se considera, la Fm. Lutitas y yesos de Tramacastilla representa el «cortejo sedimentario de bajo nivel del mar». Esta formación es extensiva con respecto a las unidades infrayacentes; no existe en gran parte de la zona centro, ya que se acuña hacia el W de Torrijo (Fig. 6), pero suele estar presente al W de el Gredal donde recibe el nombre de Fm. Limos y areniscas abigarrados de Torete. El «cortejo sedimentario transgresivo» y el «cortejo sedimentario de alto nivel del mar» de la secuencia deposicional 2 estarían representados en esta zona por las formaciones: Fm. Dolomías de Tramacastilla y Fm. Dolomías, margas y calizas de Royuela. Esta etapa transgresiva afectaría a toda la zona estudiada aunque el registro sedimentario presenta menor espesor en el borde de la meseta (sector sur en Fig. 6), donde estas unidades presentan un carácter mucho más terrígeno.

CONCLUSIONES

Se han diferenciado, estudiado y correlacionado un total de 14 unidades en el subsuelo del tercio noroccidental de la Cordillera Ibérica y áreas adyacentes. Para el Pérmico se considera que debido a las condiciones en las que se produjo la sedimentación de estos materiales, en cuencas aisladas, no es posible establecer unidades generales válidas. Por esta causa, en las áreas donde aflora, deben considerarse las unidades establecidas por los autores que las han estudiado, ante la imposibilidad actual de establecer correlaciones precisas entre ellas por falta de criterios cronoestratigráficos.

Para los materiales en facies Buntsandstein y dentro del ámbito estudiado, deberían utilizarse las unidades del Grupo Guadalajara (Sopeña *et al.*, 1983), que está constituido de base a techo por las formaciones: Fm. Conglomerados de la Hoz del Gallo, Fm. Areniscas de Rillo de Gallo, Fm. Nivel de Prados, Fm. Areniscas del río Arandilla, Fm. Limos y areniscas de Rillo y Fm. Limos y areniscas abigarrados de Torete. Una excepción la constituye el sector norte de la Rama Aragonesa, donde como se ha visto anteriormente no es posible identificar estas unidades. Por tanto, en este área resulta más conveniente emplear las unidades establecidas por Arribas (1984), para las facies Buntsandstein que son: «Conglomerados y lutitas del Araviana» y «Areniscas de Tierga».

En la Cordillera Ibérica únicamente se han identificado materiales en facies Röt en la zona N de la Rama Aragonesa. Se ha utilizado la denominación de «Complejo lutítico carbonatado evaporítico superior», que es el nombre empleado en Cataluña, donde los materiales en facies Röt están mejor representados. No se ha considerado oportuno el empleo de la unidad «Lutitas y areniscas de Eslida» (López-Gómez & Arche, 1992), ya que estos autores restringen la existencia de materiales en facies Röt al área de Teruel-Sagunto dentro de toda la Cordillera Ibérica, no considerando la existencia de estos materiales en la Rama Aragonesa.

Para los materiales en facies Muschelkalk, se considera apropiada la utilización de las unidades propuestas por Pérez-Arlucea & Sopena (1985), para el ámbito de la Cordillera Ibérica. Son de base a techo: Fm. Dolomías y margas de Albarraçín, Fm. Lutitas y yesos de Tramacastilla, Fm. Dolomías de Tramacastilla y Fm. Dolomías, margas y calizas de Ro-yuela. Se ha reconocido la existencia de una zona de baja subsidencia para el Triásico, localizada por debajo de la Cuenca de Almazán. Esta zona separaría dos surcos de mayor subsidencia al NE y SW (Fig. 6), lo que hace imposible la correlación precisa de las unidades de ambas áreas mientras no existan criterios cronoestratigráficos que lo permitan.

Desde el punto de vista de la estratigrafía secuencial, se han reconocido en este área la distribución y alcance de las secuencias 2.1 y 2.2 de Haq *et al.* (1988), identificadas por otros autores en diversos ámbitos de la Península Ibérica.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIBAS, J. (1984): «Sedimentología y diagénesis del Buntsandstein y Muschelkalk de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (Provincias de Soria y Zaragoza)», *Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid (Inédita)*: 354 p.
- ARRIBAS, J. (1985): «Base litoestratigráfica de las facies Buntsandstein y Muschelkalk en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (Zona Norte)», *Estud. Geol.*, 41: 47-57.
- ARRIBAS, J.; MARFIL, R. & DE LA PEÑA, J. A. (1985): «Provenance of Triassic feldspathic sandstone in the Iberian Range (Spain). Significance of quartz types», *Jour. Sedim. Geol.*, 55: 864-868.
- CALVET, F.; TUCKER, M. & HENTON, J. (1990): «Middle Triassic carbonate ramp systems in the Catalan Basin, northeastern Spain: facies systems tract sequences and controls», en *Carbonate Platforms*. Eds. ME. Tucker *et al.*, Spec. Publ., I.A.S., 9: 79-108.
- DE LA PEÑA, J.; FONOLLA, F.; RAMOS, J. L. & MARFIL, R. (1977): «Identificación del Autuniense en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (Prov. de Soria)», *Cuad. Geol Ibérica*, 4: 123-134.

- FRECHENGUES, M. & PEYBERNES, B. (1991): «Stratigraphie séquentielle du Trias moyen et supérieur des Pyrénées franco-espagnoles», *C. R. Acad. Sci. Paris*, 313 (S. II): 355-360.
- GARCÍA-GIL, S. (1990): «Estudio sedimentológico y paleogeográfico del Triásico en el Tercio Noroccidental de la Cordillera Ibérica (Provincias de Guadalajara y Soria)», *Colección Tesis doctorales*, Universidad Complutense de Madrid, núm. 176/90; 406 p.
- GARCÍA-GIL, S. (1991): «Las unidades litoestratigráficas del Muschelkalk en el NW de la Cordillera Ibérica (España)», *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Natural*, 86 (1-4): 21-51.
- GARCÍA-GIL, S. & SOPENA, A. (1987): «Estratigrafía y Sedimentología del Triásico en el sector Medinaceli-Somaen (prov. de Soria)», *Cuad. Geol. Ibérica*, 11: 707-735.
- HAO, B. U.; HARDENBOL, J. & VAIL, P. (1988): «Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and eustatic cycles», en *Sea level changes: an integrated approach*, Eds. C. Kendall et al. Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ., 42: 71-108.
- HERNANDO, S. (1977): «Pérmico y Triásico de la región Ayllón-Atienza (provincias de Segovia, Soria y Guadalajara)», Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid (1975), *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, 2: 408 p.
- HERNANDO, S. (1980): «Mapa geológico del Pérmico y Triásico de la región Ayllón-Atienza», *Cuad. Geol. Ibérica*, 6: 21-54.
- HERNANDO, S. & RINCÓN, R. (1987): «El Triásico del sector de Mansilla (Demanda Suroriental-La Rioja)», *Cuad. Geol. Ibérica*, 11: 691-706.
- HINKELBEIN, K. (1965): «Der Muschelkalk den Zentralen Hesperischen Ketler (Prov. Teruel, Spanien)», *Mit. ein Beitrag von O. Geyer Oberrhein Geol. Abh.*, 14: 55-95.
- JURADO, M. J. (1988): «El Triásico del subsuelo de la Cuenca del Ebro», *Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona (Inédita)*, 259 p.
- JURADO, M. J. (1989): «Diagrafías: Su aplicación en el análisis sedimentario», *Rev. Soc. Geol. España*, 2: 291-301.
- LÓPEZ, J. (1985): «Sedimentología y Estratigrafía de los materiales pérmicos y triásicos del sector SE de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica, entre Cueva del Hierro y Chelva (prov. de Cuenca y Valencia)», *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, 11: 344 p.
- LÓPEZ-GÓMEZ, J. & ARCHE, A. (1992): «Paleogeographical significance of the Röt (Anisian, Triassic) Facies (Marine clays, muds and marls Fm.) in the Iberian ranges, eastern Spain», *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 91: 347-361.
- LÓPEZ-GÓMEZ, J.; MAS, R. & ARCHE, A. (1993): «The evolution of the Middle Triassic (Muschelkalk) carbonate ramp in the SE Iberian Ranges, eastern Spain: sequence stratigraphy, dolomitization processes and dynamic controls», *Sediment. Geol.*, 87: 165-193.
- MARZO, M. (1980): «El Buntsandstein de los Catalánides. Estratigrafía y procesos de Sedimentación», *Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. (Inédita)*, 317 p.
- MUÑOZ, A. (1993): «Análisis del Pérmico y Triásico en el subsuelo del tercio noroccidental de la Cordillera Ibérica y áreas adyacentes», *Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid (Inédita)*, 374 p.
- MUÑOZ, A.; RAMOS, A.; SOPEÑA, A. & SÁNCHEZ-MOYA, Y. (1992): «Evolving fluvial

- architecture during a marine transgression: Upper Buntsandstein, Triassic, central Spain», *Sediment. Geol.*, 75: 257-281.
- PÉREZ-ARLUCEA, M. (1985): «Estratigrafía y Sedimentología del Pérmico y Triásico en el sector de Molina de Aragón-Sierra de Albarracín (prov. Guadalajara y Teruel)», *Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid (Inédita)*, 322 p.
- PÉREZ-ARLUCEA, M. (1991): «Características de los sedimentos carbonáticos de la segunda transgresión del Triásico medio (Ladiniense) en la zona central de la Cordillera Ibérica», *Rev. Soc. Geol. España*, 4(1-2): 143-164.
- PÉREZ-ARLUCEA, M. & SOPEÑA, A. (1985): «Estratigrafía del Pérmico y Triásico en el sector central de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (prov. Guadalajara y Teruel)», *Est. Geol.*, 41: 207-222.
- PÉREZ-MAZARIO, F. (1990): «Estratigrafía de la unidad inferior del Pérmico del sector de Atienza-Ujados (borde noreste del Sistema Central Español)», *Rev. Soc. Geol. España*, 3-4: 307-322.
- RAMOS, A. (1979): «Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico del W de Molina de Aragón (prov. de Guadalajara)», *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, 6: 313 p.
- RAMOS, A.; DOUBINGER, J. & ADLOFF, M. (1977): «El Pérmico y el Triásico de la región de Molina de Aragón», *Cuad. Geol. Ibérica*, 4: 589-602.
- REY, D. & RAMOS, A. (1991): «Estratigrafía y sedimentología del Pérmico y Triásico del sector de Deza-Castejón (Soria)», *Rev. Soc. Geol. España*, 4(1-2): 105-126.
- RINCÓN, R.; RAMOS, A. & SOPEÑA, A. (1980): «Nota sobre los minerales pesados del Pérmico y Triásico inferior de la región comprendida entre Molina de Aragón y Palmaces de Jadraque», *IX Congreso Nacional de Sedimentología*, Salamanca. Resúmenes, 120.
- SACHER, L. (1966): «Stratigraphie und Tektonik der nord westlichen Hesperschen Ketten bei Molina de Aragón, Teil I Stratigraphie (Palaozoikum)», *N. J. Geol. und Palaont.*, 124(2): 151-167.
- SÁNCHEZ-MOYA, Y. (1992): «Evolución sedimentológica y controles estructurales de un borde de cuenca extensional: comienzo del Mesozoico en un sector del margen occidental de la Cordillera Ibérica», *Colección Tesis Doctorales*, Editorial de la Universidad Complutense de Madrid, 232/92, 414 p.
- SERRA, O. (1986): «Fundamentals of well-log interpretation. 2. The interpretation of logging data», *Developments in Petroleum Science*. 15B. 684 p.
- SOPEÑA, A. (1979): «Estratigrafía del Pérmico y Triásico del Noroeste de la Provincia de Guadalajara», *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, 5: 329 p.
- SOPEÑA, A.; VIRGILI, C.; DOUBINGER, J. & ADLOFF, M. (1977): «El Pérmico y el Triásico del borde sur-este del Sistema Central», *Cuad. Geol. Ibérica*, 4: 623-648.
- SOPEÑA, A.; VIRGILI, C.; ARCHE, A.; RAMOS, A. & HERNANDO, S. (1983): «El Triásico», en *Geología de España*, Libro Jubilar J. M. Ríos. Instituto Geológico y Minero de España II: 47-61.
- SOPEÑA, A.; LÓPEZ, J.; ARCHE, A.; PÉREZ-ARLUCEA, M.; RAMOS, A.; VIRGILI, C. & HERNANDO, S. (1988): «Permian and Triassic rift basins of the Iberian Peninsula», en *Triassic-Jurassic Rifting. Continental breakup and the origin of the Atlantic ocean and passive margins*, Part B. Eds. W. Manspeizer. *Developments in Geotectonics*, 22: 757-786.
- TALLOS, A. (1984): «Distribución y evolución sedimentaria de las facies detríticas

- triásicas de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica», *I Congreso Español de Geología*, tomo I: 97-108.
- VIRGILI, C. (1958): «El Triásico de los Catalánides», *Bol. Inst. Geol. Min. España*, 69: 1-856.
- VIRGILI, C.; SOPENA, A.; RAMOS, A. & HERNANDO, J. (1977): «Problemas de la cronoestratigrafía del Trías en España», *Cuad. Geol. Ibérica*, 4: 57-88.
- VIRGILI, C.; SOPENA, A.; RAMOS, A.; ARCHE, A. & HERNANDO, S. (1983): «El relleno posthercínico y el comienzo de la sedimentación mesozoica», en *Geología de España*, Libro Jubilar J. M. Ríos. Instituto Geológico y Minero de España, II: 25-64.