

## **EXCURSION III:**

### **TRIASICO Y TERCIARIO EVAPORITICOS DE LEVANTE.**

#### **Sectores orientales de la Cordillera Ibérica y de las zonas Prebética y Subbética**

**F. Ortí (1)**  
**P. Anadón (2)**  
**L. Rosell (1)**  
**A. Sopeña (3)**  
**A. Ramos (3)**  
**M.V. Villar (3)**  
**J.P. Calvo (4)**  
**E. Elízaga (5)**  
**J.M. Salvany (1)**  
**C. Santisteban (6)**  
**A. Estévez (7)**  
**M. López (7)**

- (1) Depto. de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica, Univ. Barcelona
- (2) Inst. Jaume Almera, CSIC, Barcelona
- (3) Inst. Geología Económica. Dpto. Estratigrafía, CSIC-U.C. de Madrid
- (4) Depto. de Petrología, Univ. Complutense, Madrid
- (5) Inst. Tecnológico y Geominero, Madrid
- (6) Depto. Geología, Univ. Valencia
- (7) Depto. Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, Univ. Alicante.

## Introducción

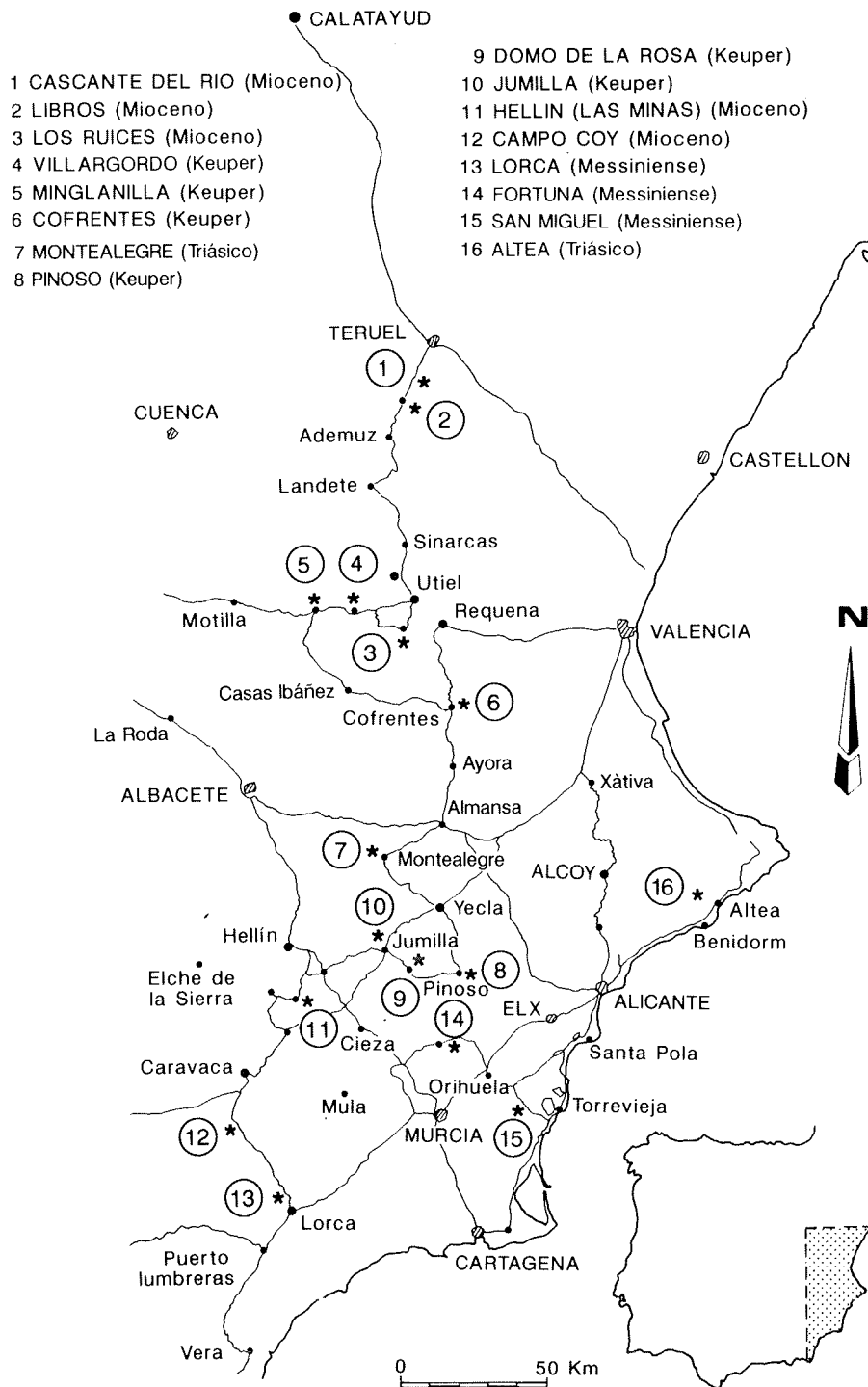
F. Ortí

La presente excursión desea ofrecer una panorámica lo más amplia posible, no exhaustiva pero sí representativa, de las principales formaciones evaporíticas existentes en la zona levantina. Bajo tal denominación nos referiremos aquí a la parte más oriental de la Cordillera Ibérica, incluyendo a la fosa de Teruel, así como a las partes orientales de las Zonas Prebética y Subbética. Aunque también deberíamos referirnos aquí al Maestrazgo, hemos incluido en la primera parte de esta obra a las formaciones evaporíticas triásicas del subsuelo del mismo, por la mayor similitud que éstas parecen presentar con las correspondientes del subsuelo de la cuenca del Ebro.

La excursión consiste, fundamentalmente, en un trayecto N-S entre Teruel y Lorca, para luego volver hacia el NE y terminar en la costa mediterránea, junto a Altea (Alicante). Así concebida, esta excursión de cinco días permite abordar el conocimiento de campo de los tres grandes grupos de formaciones evaporíticas levantinas: a) en primer lugar las triásicas, y en particular las del Keuper valenciano; b) en segundo lugar las miocenas continentales (cuencas de Teruel, del Cabriel, de Hellín, de Campo Coy, etc.); c) en tercer lugar las miocenas marinas del Tortoniense-Messiniense (cuencas de Lorca, Fortuna, San Miguel de Salinas...). La fig. 1 marca el trayecto proyectado, que por razones tácticas ha debido limitarse a 16 paradas.

En muchas de estas formaciones la documentación de que disponemos es aún muy incompleta. Pero en otras, las referencias concretas que se hará en esta guía serán quizá de las primeras que puedan encontrarse en la literatura (unidades terciarias de Los Ruices, de Campo Coy,...), excluyendo los breves comentarios que a las mismas exista en las Memorias de las correspondientes Hojas Geológicas a escala 1:50.000. Finalmente, en el caso de formaciones más conocidas, como las del Keuper, aunque la documentación ya existente es mayor, no por ello es aún satisfactoria, y muchos aspectos distan de estar bien conocidos, como, por ejemplo: la cronoestratigrafía precisa, las isopacas originales, la distribución actual de masas salinas en el subsuelo, los mecanismos y edad del funcionamiento diapírico en las diferentes áreas, etc.

Al igual que hemos hecho para las dos Excursiones de la Parte I, en ésta se ha procurado aportar tanto en el Marco Geológico como en las Paradas los últimos resultados de las investigaciones de diferentes personas o grupos, de tal modo que la Guía sea una contribución al estado actual de los conocimientos, más que una síntesis de archivo. Así, las nuevas aportaciones que hemos visto en el Triás de T. TORRES y A. SOPEÑA y colaboradores, así como las de P. ANADÓN, L. ROSELL, J.M. SALVANY, E. ELÍZAGA, J.P. CALVO, C. SANTISTEBAN, J. GARCÍA VEIGAS y R. UTRILLA en los Terciarios, garantizan este enfoque y nos ofrecen muchos



**Figura 1:** Itinerario de la Excursión III: «Evaporitas de Levante».

aspectos, con frecuencia aún inéditos, de tesis doctorales en marcha, artículos en prensa, y proyectos de investigación en curso de realización tanto de empresas como universitarios, etc., a los que se irá haciendo referencia.

Aunque el conjunto de las visitas proyectado es de gran interés, cabe no obstante resaltar determinadas zonas o formaciones por la calidad o espectacularidad de sus afloramientos, o bien por sus estructuras. Tal es el caso, entre otros: de la zona diapírica triásica del límite entre las provincias de Alicante-Murcia; de las capas de yesos seleníticos de San Miguel de Salinas; de las facies preevaporíticas de Lorca; y del corte de yesos con azufre de Hellín.

La fig. 1 indica el itinerario de la Excursión. En el tiempo, el reparto de Paradas puede ser el siguiente:

Día 1.º:

Trayecto Teruel-Minglanilla. Paradas 1 (Cascante), 2 (Libros), 3 (Los Ruices) y 4 (Villargordo).

Día 2.º:

Trayecto Minglanilla-Pinoso. Paradas 5 (Minglanilla), 6 (Cofrentes), 7 (Montealegre) y 8 (Pinoso).

Día 3.º:

Trayecto Pinoso-Caravaca. Paradas 9 (Casas del Puerto), 10 (Jumilla), y 11 (Minas de Hellín).

Día 4.º:

Trayecto Caravaca-Fortuna. Paradas 12 (Campo Coy), 13 (Lorca), y 14 (Fortuna).

Día 5.º:

Trayecto Fortuna-Altea. Paradas 15 (San Miguel de Salinas) y 16 (Altea).

Ciertamente este recorrido puede resultar excesivo, tanto por las largas distancias a cubrir como por el número de paradas, en particular durante los días 1, 2 y 4. En la práctica, y según la estación del año en que se realice esta excursión, habrá quizá que renunciar a alguna de las visitas, o bien utilizar un día más para el conjunto del itinerario.

Para otra ocasión quedará, como complemento lógico al estudio de todas estas formaciones, la obligada visita al sector salinero de Levante (Torrevieja-La Mata, San Pedro del Pinatar, Santa Pola, Calpe,...), como oportunidad excepcional de conocer la sedimentación evaporítica actual de los ambientes someros de nuestro litoral mediterráneo (ORTÍ y BUSSON, 1984).

## **Parada I: Yesos de Cascante (Mioceno continental)**

F. Ortí

**Referencia:** Corte de la Rambla Salada.

**Acceso:** Tomando la carretera de Vilhel a Cascante del Río, después de recorrer 3,6 km se llega a la Rambla Salada. Se sigue hacia el N el sendero que sube hacia las colinas, por la margen S de la rambla.

**Evaporitas:** Yeso primario.

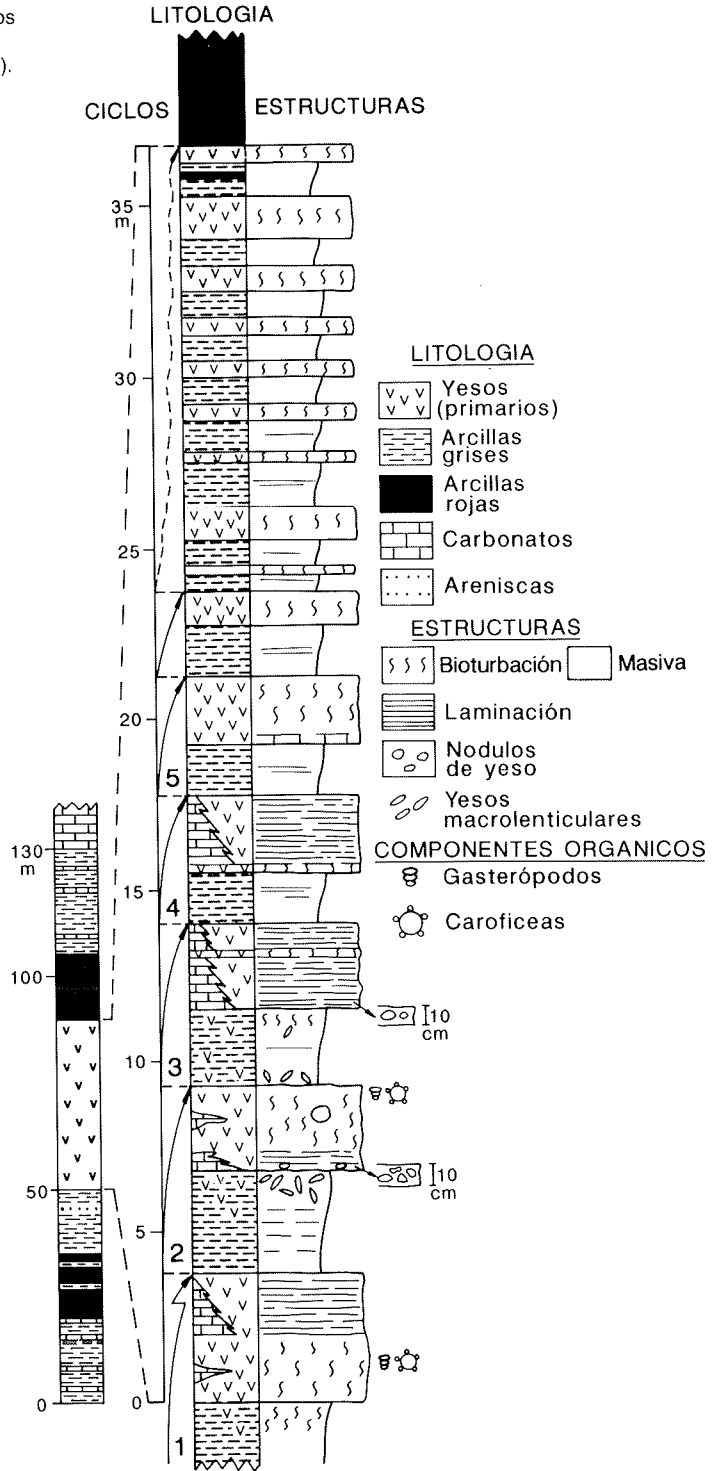
**Objetivo:** Ciclos de yeso, con base más carbonatada.

**Duración:** 45 minutos.

En esta parada puede observarse bien los ciclos más inferiores de los Yesos de Cascante, con potencias individuales de varios metros, que se caracterizan por tener una base más rica en carbonato (tallos de carofíceas, gasterópodos...) y por ser el resto más yesífero. Este yeso es primario (microlenticular), pobre en matriz, con abundantes bioturbaciones, con un tono marrón oscuro típico (yeso «caramelo»), y una disyunción en bloques poligonales. Las lutitas inmediatamente infrayacentes al ciclo son oscuras y también presentan intensa bioturbación, rellena del mismo tipo de yeso.

La potencia de los Yesos de Cascante en este punto está próxima a los 40 m. El número de ciclos puede estimarse en unos 13, los cuales pierden potencia progresivamente hacia el techo, siendo difícil la observación de los más superiores.

**Figura 2:** Columna estratigráfica de los Yesos de Cascante, cerca de esta localidad (tomado de ORTI, 1987, fig. 13).



## **Parada 2: Yesos de Libros (Mioceno continental)**

**P. Anadón y L. Rosell**

**Referencia:** Corte del Barrio de Las Minas, o antiguas minas de azufre de Libros (Teruel).

**Acceso:** Carretera Teruel-Ademuz. Tómesese, entre el km 515 y 516, el desvío a Riodeva (entre Mas de La Cabrera y Mas Jacinto). Corte del km 7 a 8 de la carretera a Riodeva.

**Evaporitas:** Yeso primario y diagenético (Azufre).

**Objetivo:** Observación de un yacimiento de azufre nativo asociado a yeso y a pizarras bituminosas.

En la zona de Libros se presenta una sucesión yesífera (Yesos de Las Minas de Libros) de edad Vallesiense (Mioceno superior) que contiene azufre nativo y niveles de pizarras bituminosas (ANADÓN *et al.*, 1989a).

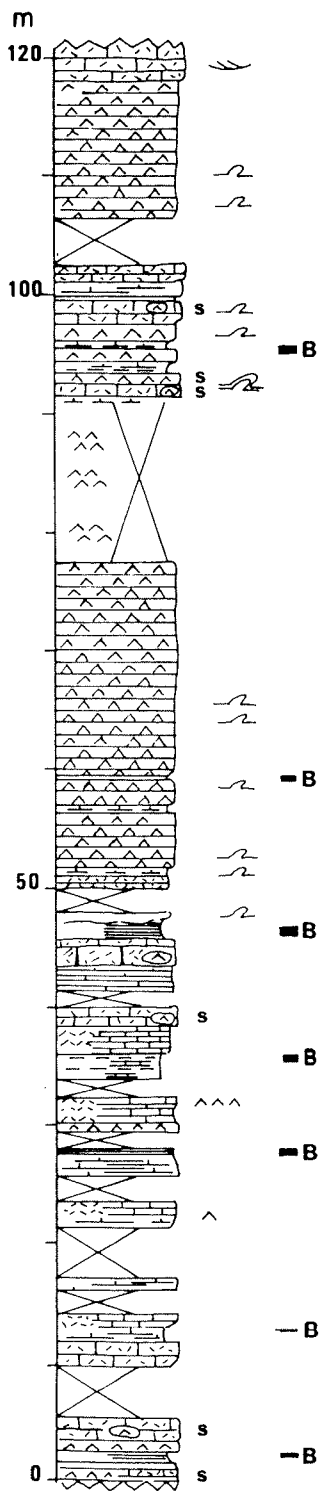
La parte inferior de la sucesión está constituida por calizas y lutitas que intercalan capas de yeso de hasta 1 m de grosor. La parte superior consiste principalmente en yesos laminados con algunas intercalaciones de calizas y lutitas.

A lo largo de toda la sucesión se presentan nódulos y bandas de azufre nativo, bien asociado a las capas de yeso o, más frecuentemente, a las calizas que se intercalan en los tramos lutíticos o yesíferos. El azufre se encuentra principalmente rellenando la porosidad primaria (especialmente en los tallos de charáceas) pero también reemplazando al carbonato y al yeso. El azufre de Libros probablemente se formó mediante diversas reacciones de sulfatorreducción y oxidación a partir de yeso y de materia orgánica de las pizarras bituminosas. Otro producto resultante de estas reacciones fueron diversos carbonatos diagenéticos (calcita y aragonito) (ANADÓN *et al.*, 1989b).








Los niveles de pizarras bituminosas (*oil shales*) se presentan preferentemente en la mitad inferior de la serie. Estas facies tienen un alto contenido en carbono orgánico y han preservado fósiles exóticos como restos de anfibios, aves, serpientes y hojas.

Las calizas consisten principalmente en *wackestones* y *packstones* que contienen tallos de charáceas, gasterópodos, ostrácodos y espículas de esponja. En la parte inferior de la sucesión, se presentan capas constituidas predominantemente por aragonito diagenético que reemplaza y pseudomorfiza yeso lenticular. Se trata de niveles blancos, poco cementados, de hasta 0,5 m de grosor. La composición isotópica de este aragonito confirma un origen ligado a los procesos de sulfatorreducción que dieron lugar a la formación del azufre (ANADÓN *et al.*, 1989b).

Las facies de yesos laminados están constituidas por una alternancia de niveles de yeso microlenticular, con abundantes diatomeas y espículas de esponja, y niveles de yeso microcristalino anhedral. En estos últimos, la falta de material encajante debe haber favorecido los procesos de interpenetración entre los cristales con pérdida de la morfología inicial, probablemente también microlenticular. En la parte superior de la sucesión, estas laminaciones aparecen a menudo rotas, debido probablemente a los frecuentes *slumps* presentes. Algunas capas de yeso son de origen diagenético y reemplazan a un yeso primario precursor o bien a facies carbonatadas.



**Figura 3:** Columna estratigráfica de la sucesión yesífera de Libros (adaptado de ANADÓN *et al.*, 1989a).

-  YESO
-  CALIZAS BIOCLASTICAS (BIOCALCARENITAS)
-  CALCISILTITA MARGAS
-  MUDSTONES- MUDSTONES LAMINADOS
-  SLUMP
-  "OIL SHALES"
-  AZUFRE NATIVO



El depósito evaporítico de Libros se formó en un medio lacustre que, a juzgar por las características anteriormente descritas, debió ser relativamente profundo (*slumps* frecuentes) y con condiciones anóxicas en las aguas del fondo (presencia de lutitas laminadas con alto contenido orgánico y ausencia de bioturbación). El origen de los yesos es subacuático, tanto por sus características petrológicas como por los fósiles asociados (diatomeas, espículas de esponja). Según MARGALEF (1947), las diatomeas presentes en las lutitas laminadas indican que, durante su deposición, las aguas del lago eran de carácter alcalino y dulces o ligeramente salinas. La deposición evaporítica no se debió pues a la existencia de un medio árido sino al gran aporte de iones  $\text{SO}_4$  y Ca que recibía el medio, procedentes de la disolución de los materiales del Keuper próximos.

### **Parada 3: Yesos de Los Ruices (Mioceno continental)**

P. Anadón y L. Rosell

**Referencia:** Corte junto al puente sobre la Rambla de Los Ruices o de la Alcantarilla, a unos 2 km al SE del Caserío de Los Ruices.

**Acceso:** Carretera de Utiel a la general de Valencia a Albacete, a unos 12 km al S de Utiel, pasado el cruce con la carretera Requena-Venta del Moro.

**Evaporitas:** Yeso primario, (Chert).

**Objetivo:** Observación de un depósito yesífero continental con facies seleníticas.

En el afloramiento de Los Ruices (fig. 4) se presenta el mejor corte de las facies yesíferas de la cuenca del Cabriel (Mioceno superior), que alcanzan en este punto un mínimo de 25 m de potencia.

Los Yesos de Los Ruices están constituidos principalmente por facies de yeso primario y están recubiertos por lutitas rojas y areniscas. La sucesión (fig. 4) presenta, en su parte inferior y superior, yeso lenticular con escaso material encajante (carbonato micrítico), que forma capas de hasta 15 cm de grosor. El tamaño de los cristales oscila de 1 a 6 mm, estando en 3 mm el más frecuente. Los cristales están generalmente dispuestos al azar y algunas de las capas muestran disminución del tamaño cristalino hacia el techo. Las capas de yeso lenticular alternan con gipsarenitas o bien con capas de yeso calcitizadas. Estas capas de carbonato diagenético pueden alcanzar hasta 15 cm de grosor y muestran a menudo laminación cruzada de tipo ripple y, más localmente, estructuras de deformación, heredadas de la litología precursora. Se trata de un mosaico esparítico de calcita con un tamaño cristalino muy constante de unas 150  $\mu\text{m}$ , en el cual se presentan cristales de yeso dispersos y morfologías lenticulares relictas. La composición isotópica de estos carbonatos indica que el reemplazamiento se produjo probablemente a partir del contacto con aguas meteóricas diluidas a poca profundidad de enterramiento (ANADÓN *et al.*, 1989b).

En la parte central de la sucesión, se desarrolla una unidad selenítica, constituida por capas de 6 a 70 cm que alternan con gipsarenitas y gipsirruditas. Los cristales individuales alcanzan una longitud de hasta 5 cm y suelen estar macla-

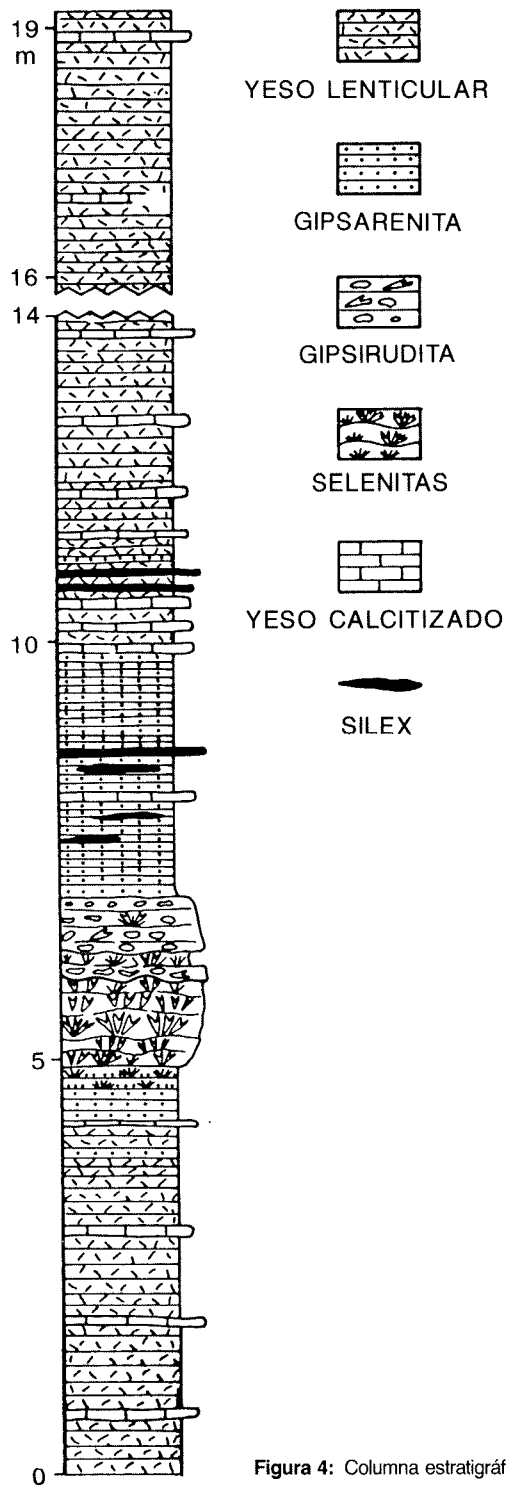


Figura 4: Columna estratigráfica de los Yesos de Los Ruices.

dos. Esta unidad está recubierta por otra de carácter clástico (gipsarenitas y gipsirruditas).

Tanto por debajo de la unidad selenítica como por encima de la unidad clástica anterior, se presentan tramos gipsareníticos con litofacies laminadas o bandeadas. Estas gipsarenitas intercalan láminas carbonatadas de menos de 1 mm de grosor.

En la mitad superior de la sucesión, se presentan capas delgadas y nódulos aplanados de chert que reemplazan al yeso. El chert está constituido esencialmente por calcedonia de elongación positiva que reemplaza a los cristales lenticulares de forma centripeta.

El conjunto de la unidad yesífera descrita se depositó en un medio de tipo lago salino somero, correspondiendo las facies seleníticas y gipsareníticas a una fase de deposición subacuática, en el lago somero central, y las facies lenticulares a crecimiento intersticial en las llanuras lutíticas (*mud flats*) circundantes.

#### **Parada 4: Keuper de Villargordo**

**F. Ortí**

**Referencia:** Serie de Villargordo del Cabriel (prov. de Valencia).

**Acceso:** Por el lado N del pueblo, siguiendo la pista que se dirige al ENE (hacia los valles hoy inundados por el embalse de Contreras), bajando por la misma unos 500 m.

**Evaporitas:** Yeso secundario y carbonatos.

**Objetivo:** Observación de la serie detrítica intermedia del Keuper.

**Duración:** Entre 45 y 60 minutos.

En esta parada es posible observar un afloramiento integrado por apretados pliegues subverticales del Keuper, que afectan fundamentalmente a las unidades K2 (Areniscas de Manuel) y K3 (Arcillas de Cofrentes). La fig. 5 muestra un detalle de la cartografía de este afloramiento, cuyo extremo occidental queda hoy cubierto bajo las aguas de los embalses del río Cabriel (cartografía inédita de ORTÍ, 1973).

De particular interés son los detalles del tránsito entre las unidades K1 y K2, con alternancias de lutitas versicolores, areniscas de *climbing ripples* y carbonatos más o menos estromatolíticos, así como las facies detríticas rojas de las unidades K2 y K3.

El Keuper se encuentra erosionado y recubierto directamente por las arcillas rojas y materiales aluviales del Mioceno.

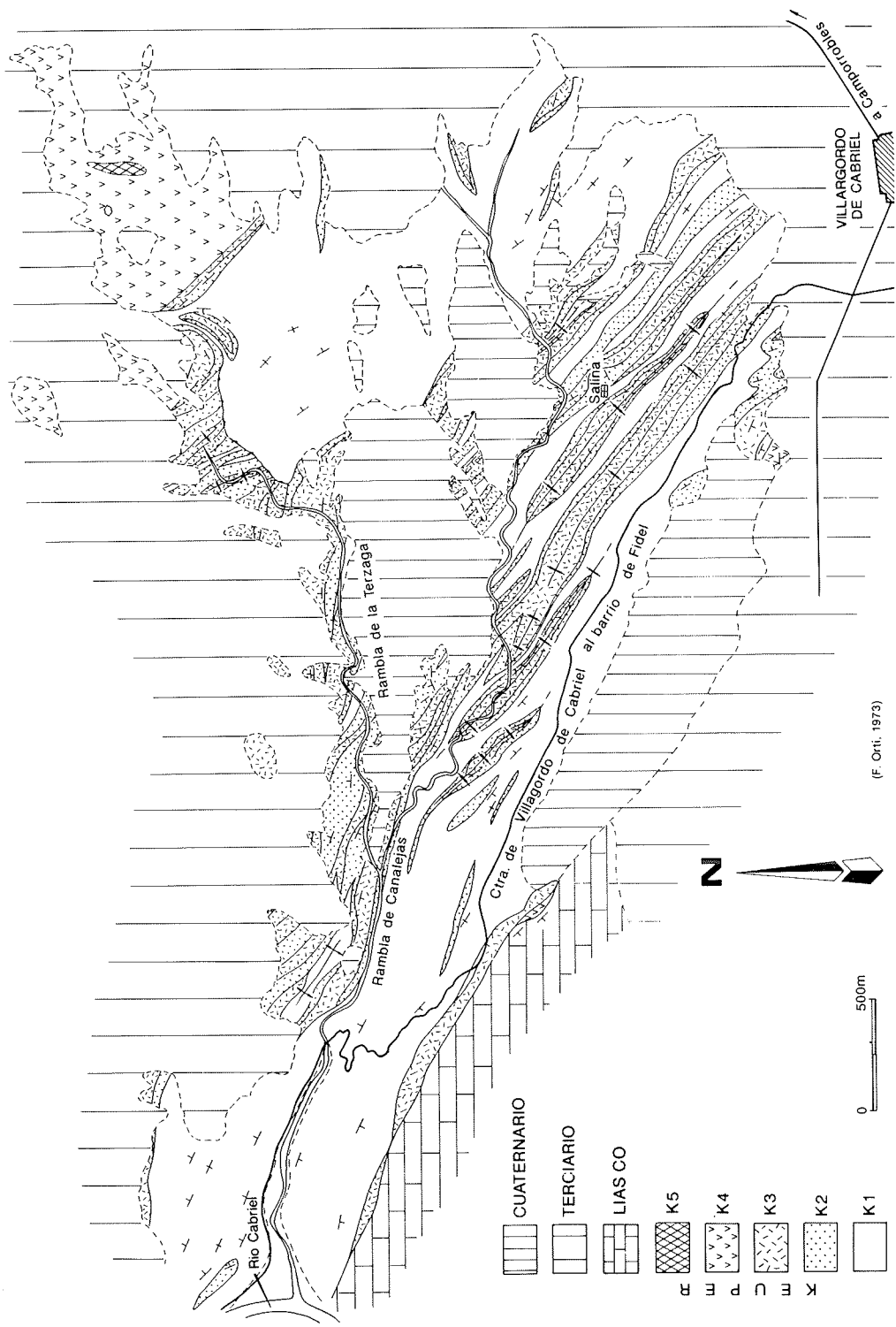


Figura 5: Mapa geológico de detalle del Keuper de Villargordo del Cabriel (tomado de Orti, 1973).

## **Parada 5: Sal de Minglanilla (Keuper)**

F. Ortí

**Referencia:** Antiguas minas de sal de Minglanilla (Cuenca).

**Acceso:** Por el camino que, desde el extremo E del pueblo, se dirige hacia el NE, bajando a los barrancos excavados en los materiales triásicos. Trayecto de aproximadamente un kilómetro.

**Evaporitas:** Sal y yeso secundario.

**Objetivo:** Visita a uno de los escasísimos afloramientos de sal triásica existentes en España.

**Duración:** Entre 60 y 90 minutos.

En el barranco de las minas puede observarse algunos restos de las instalaciones de extracción, hoy totalmente en ruinas, así como una masa de sal, prácticamente inaccesible al estudio. La sal, con textura brechoide y porfiroblástica, parece enclavada en la unidad K4 (Arcillas yesíferas de Quesa), que en esta zona se muestra muy potente y con importantes intercalaciones de lutitas grises, además de rojizas. En este afloramiento también está presente la unidad K5 (Yesos de Ayora), que ha sido explotada en pequeñas canteras, y a la que acompañan capas dolomíticas (Fm. Imón), que dan resaltes verticales.

En el punto de afloramiento de la sal se encuentran, entre las arcillas rojas (K4), abundantes aragonitos (ver GALÁN y MIRETE, 1979), que han sido tradicionalmente recogidos por los coleccionistas de especies minerales típicas españolas.

## **Parada 6: Keuper de Cofrentes**

F. Ortí

**Referencia:** Afloramiento triásico de Cofrentes.

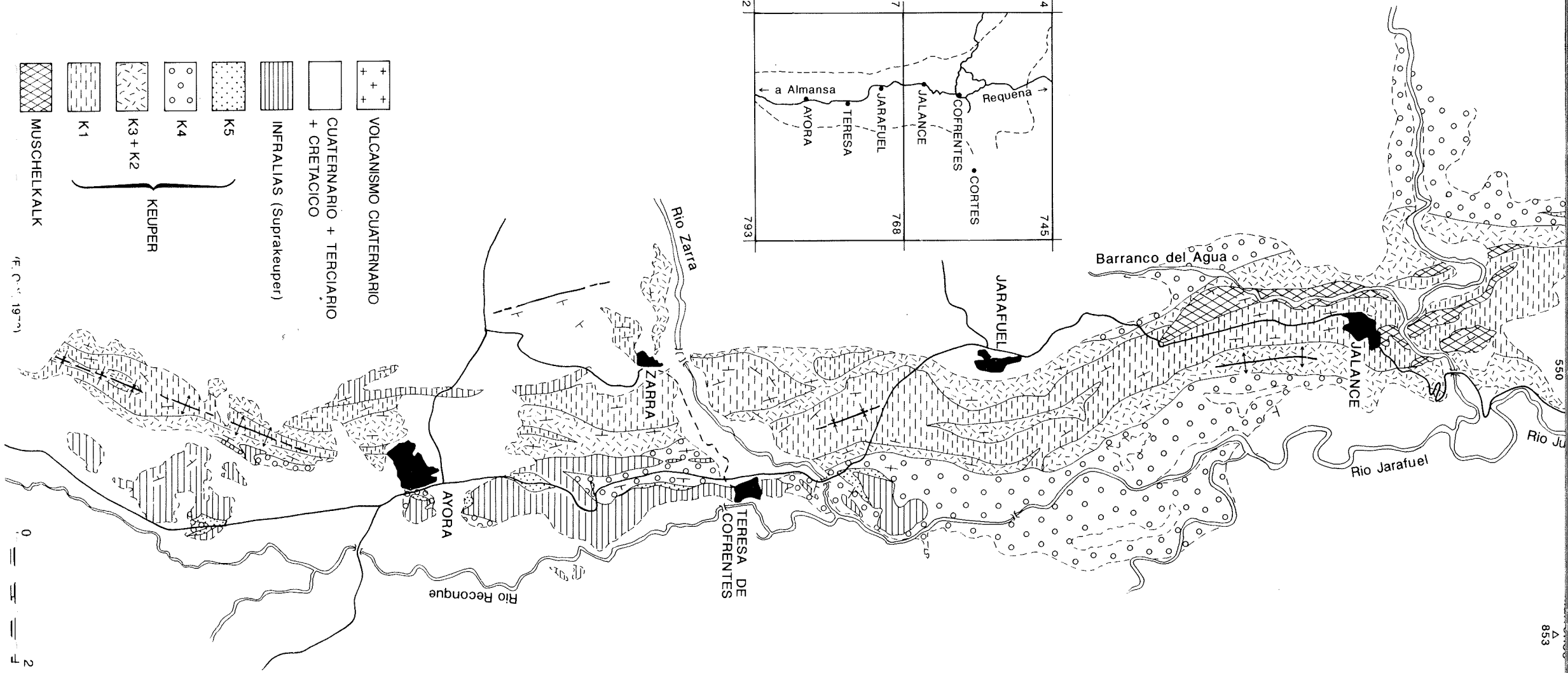
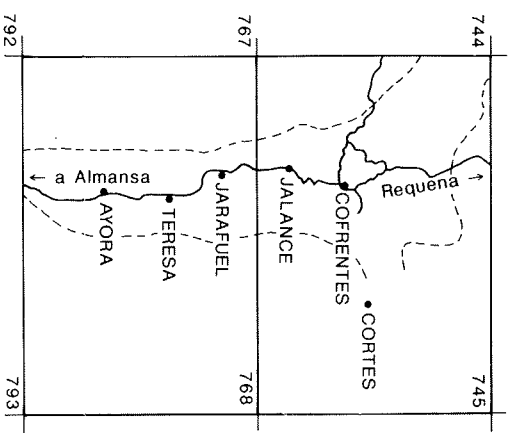
**Acceso:** Curva del p.k. 54,5 de la carretera N-330 de Requena-Almansa (antiguo p.k. 27, previo a la reciente rectificación del trazado), unos pocos kilómetros al N de Cofrentes.

**Evaporitas:** Yeso secundario.

**Objetivo:** Observación general de un afloramiento triásico de estructura muy compleja, y con volcanismo cuaternario asociado.

**Duración:** Unos 60 minutos.

Situado en una auténtica encrucijada de direcciones estructurales (N-S, NW-SE, E-W), y mostrando una estructura interna de apretados pliegues subverticales y con ejes arqueados, el gran afloramiento de Cofrentes constituye sin duda el punto de

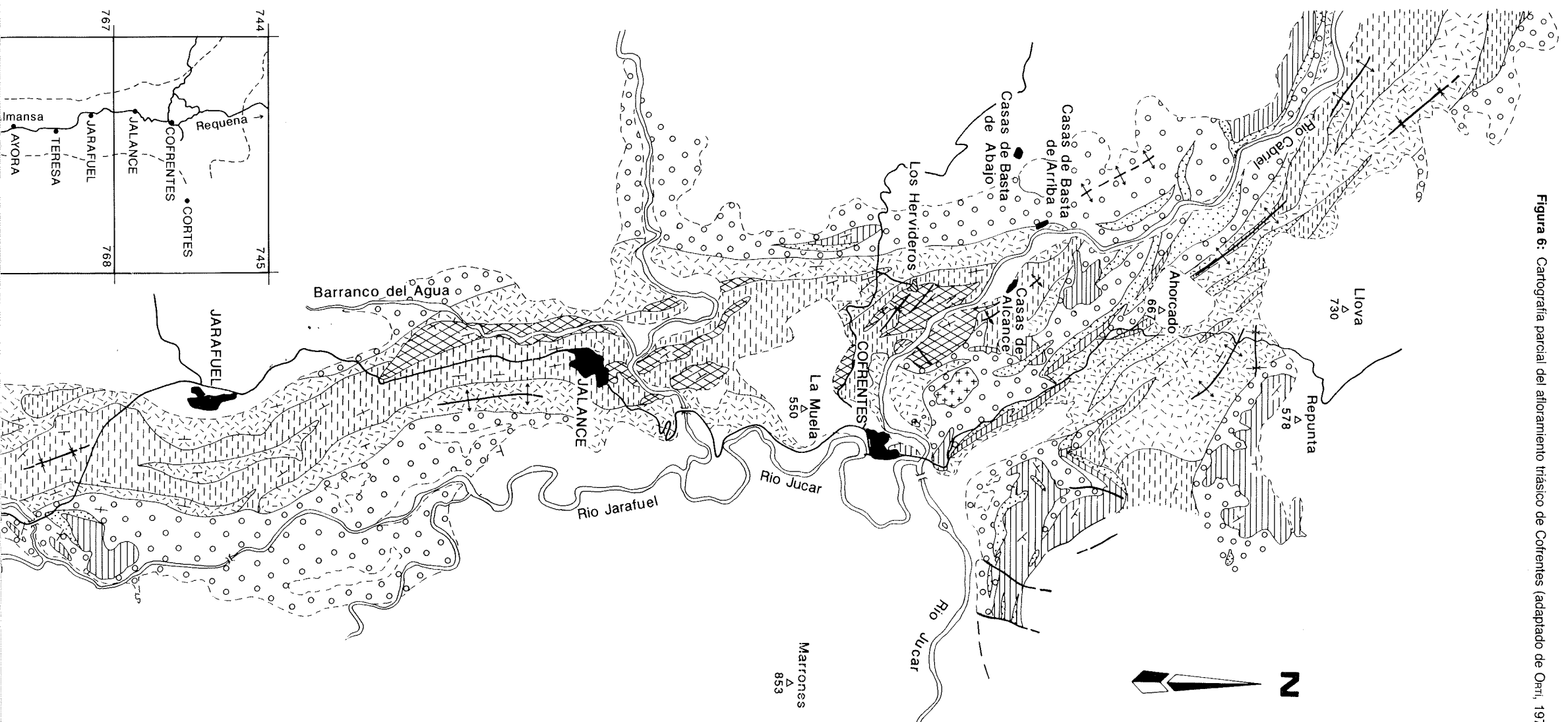


- VOLCANISMO CUATERNARIO
  - CUATERNARIO + TERCIARIO + CRETACICO
  - INFERRALIAS (Suprakeuper)
  - K5
  - K4
  - K3 + K2
  - K1
  - MUSCHELKALK
- } KEUPER

(E. C. 1979)



Figura 6: Cartografía parcial del afloramiento triásico de Coferentes (adaptado de Orti, 1973).



observación más espectacular de la serie triásica valenciana. Adicionalmente, la existencia de un volcanismo cuaternario le confiere un interés especial. Desde esta localidad hacia el NW, el afloramiento se curva progresivamente siguiendo el curso del Cabriel, para cambiar a direcciones ya E-W en la zona al N de Casas Ibáñez. Hacia el S sigue el segmento rectilíneo del Valle de Ayora, hasta curvarse también en dirección SSW cerca ya de Almansa, y discurrir paralelamente al afloramiento de Alpera-Montealegre, localizado éste algo más hacia el interior (hacia el W). Desde el pueblo de Cofrentes hacia el E, el afloramiento triásico se cierra rápidamente entre los materiales cretácicos cortados profundamente por el río Júcar.

Todas las unidades litoestratigráficas del Keuper valenciano están ampliamente expuestas en este gran afloramiento, y pueden ser estudiadas en numerosos puntos del mismo (ver ORTÍ, 1974). El anticlinal del antiguo p.k. 27 de la carretera N-330, nos muestra una serie en la que las intercalaciones de areniscas (K2) son importantes. En la base de la misma se presentan capas de Estheridos (tránsito K1 a K2).

La fig. 6 muestra la cartografía de la rama N-S de este gran afloramiento, entre Cofrentes y las proximidades de Almansa (según ORTÍ, 1973, inédito).

## **Parada 7: Triásico de Montealegre del Castillo (Albacete)**

**A. Sopena, A. Ramos y M.V. Villar**

**Referencia:** Keuper detrítico de Montealegre del Castillo.

**Acceso:** Carretera de Montealegre a Yecla, aproximadamente a 1,5 km al S de la primera localidad.

**Evaporitas:** Yeso secundario.

**Objetivo:** Observación de una sección bastante completa de Keuper en donde las facies detríticas predominan sobre las evaporíticas.

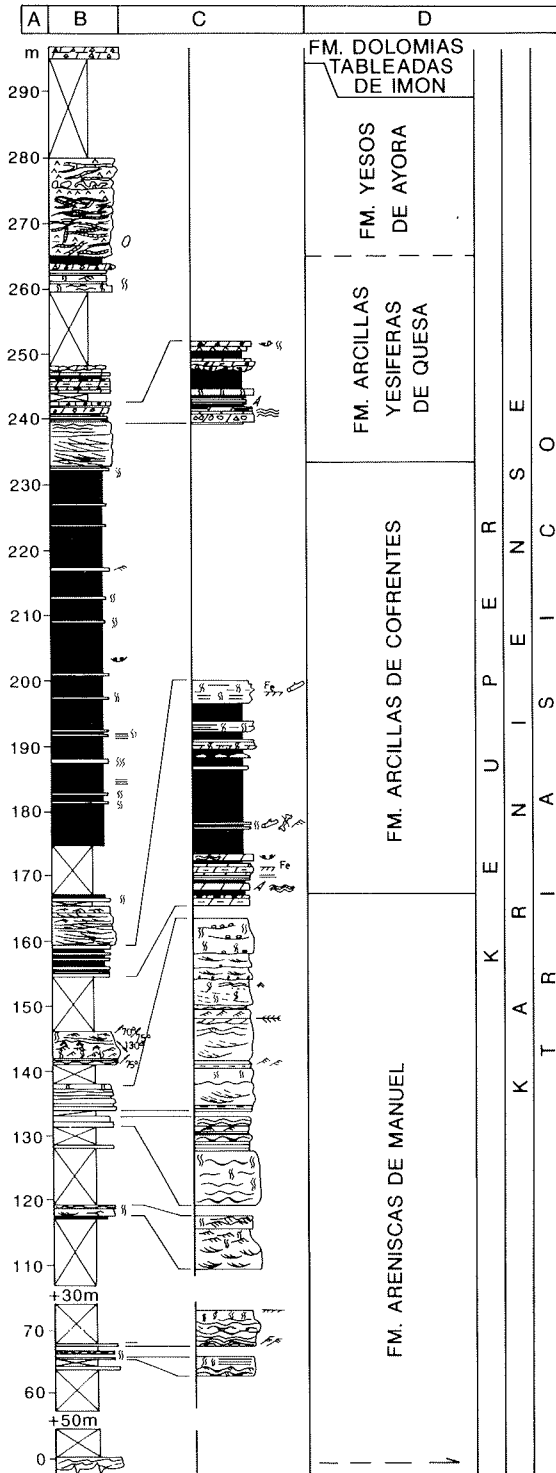
**Duración:** Unos 60 minutos.

Al sur de la localidad de Montealegre del Castillo existe uno de los mejores y más continuos afloramientos del Keuper de este sector. La columna de la fig. 7 ha sido levantada 1,5 km al S de Montealegre, según una dirección perpendicular a la carretera que va a Yecla (su posición se indica con el número 2 sobre la figura 1 de SOPENA *et al.*, presente volumen).

La base está cubierta por tierras de labor, aunque con bastante probabilidad se trata de la unidad K1. Se reconocen muy bien las formaciones Areniscas de Manuel (K2), que da una alineación morfológica bien definida, y las Arcillas de Cofrentes (K3), con su característico color rojo. Las dos unidades superiores son más difíciles de separar, pero en cualquier caso, por debajo de los carbonatos de la Fm. Dolomías tableadas de Imón aflora un conjunto de lutitas y yesos que pueden ser divididos en dos tramos. El inferior, más lutítico, corresponde muy probablemente a las Arcillas yesíferas de Quesa, y el superior a los Yesos de Ayora.

En la fig. 7, además de la litología, se ha representado las principales características sedimentológicas de cada una de las unidades que aquí afloran y sus límites probables.





**Figura 7:** Columna estratigráfica del Keuper al Sur de Montealegre del Castillo. A: espesor; B: litología; C: estructuras sedimentarias y contenido paleontológico; D: unidades estratigráficas.

## **Parada 8: Domo de Pinoso (Keuper)**

**F. Ortí**

**Referencia:** Diapiro triásico del Cabezo de la Sal (Pinoso, prov. Alicante).

**Acceso:** Al s de Pinoso, siguiendo la carr. C-3223 hacia Fortuna, se llega a El Rodriguillo. Aquí se entra en el desvío hacia Algueña y Novelda (carr. A403), y a poca distancia del mismo se toma la pista hacia el NE, que sube a las instalaciones de U.S.E., S.A., en la misma cima del domo de Pinoso.

**Evaporitas:** Arcillas yesíferas (y sal).

**Objetivo:** Observación del diapiro salino de morfología más perfecta de la región murciano-alicantina.

**Duración:** Unos 60 minutos.

El Cabezo de la Sal (domo de Pinoso), constituye un relieve casi circular de unos cuatro kilómetros de diámetro, que se eleva 300 metros sobre el llano cuaternario (fig. 8).

La sal del domo de Pinoso fue objeto de explotación minera hasta los primeros años de los setenta, en que se aplicó el método de disolución mediante sondeos, por parte de U.S.E., S.A. Desde entonces, las salmueras así obtenidas se envían por un conducto de más de 50 km hasta Torrevieja, donde se vierten a la salina y se benefician por evaporación, junto con las salmueras propias de esta laguna salada.

La estructura visible del domo (fig. 9), parece relativamente simple, y los materiales que lo constituyen pueden pertenecer a las arcillas rojas y grises de la unidad K4. Por el extremo SE del domo se conserva un resto de la unidad K5 y de las dolomías del «Infralías» (Fm. Imón), buzando unos 30° al SE. El levantamiento del domo se produce aún en la actualidad, habiendo deformado a los materiales cuaternarios periféricos. Frente a otros muchos afloramientos triásicos valencianos, que han sido erosionados y recubiertos por materiales miocenos, la morfología de este domo muestra un simple abombamiento de la serie evaporítica superior del Keuper, con práctica ausencia de cap-rock. Esta morfología del domo, aparentemente joven e intacta, sugiere una removilización reciente de masas salinas acumuladas en el subsuelo con anterioridad. Algunos autores han aducido el calor ígneo (volcanismo del Messiniense, o posterior) como causa posible de esta reactivación salina.

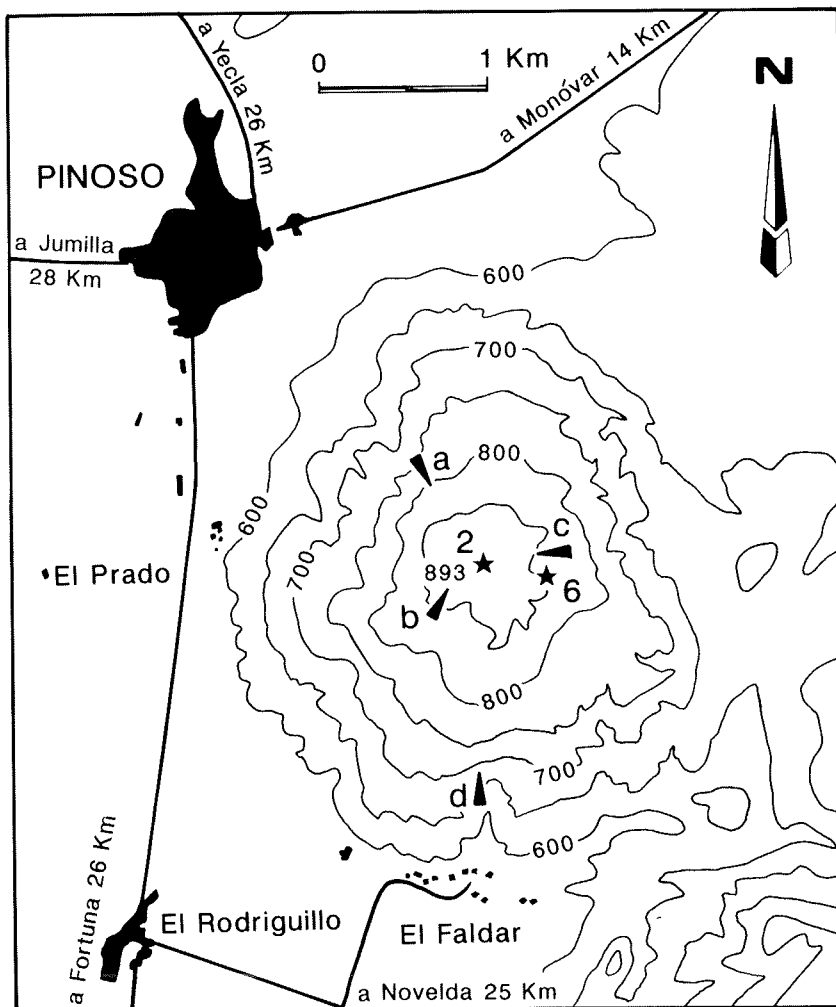


Figura 8: Esquema topográfico del domo de Pinoso.

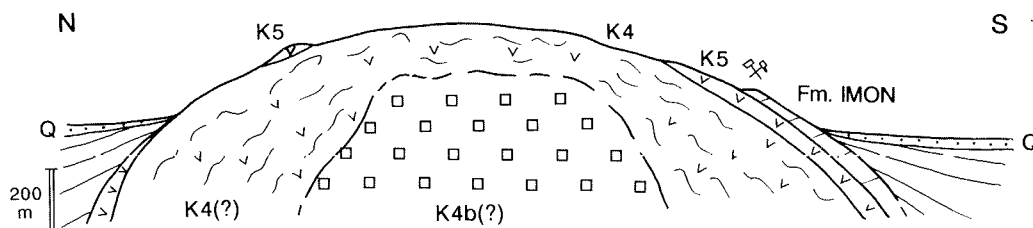


Figura 9: Esquema hipotético de la estructura de la parte más superficial del domo de Pinoso (modificado de ORTÍ, 1973).

## **Parada 9: Sal del domo de la Rosa (Keuper)**

F. Ortí

**Referencia:** Diapiro triásico de Casas del Puerto (Murcia).

**Acceso:** Yendo por la carr. de Pinoso hacia Jumilla (C-3213), inmediatamente antes de llegar a Casas del Puerto se toma la pista, de unos 4 km, que se dirige hacia el NNE, hasta las canteras de sal e instalaciones industriales y de evaporación de JUMSAL, S.A.

**Evaporitas:** Sal, yeso secundario (cantidades menores de anhidrita y polihalita).

**Objetivo:** Observación directa de la sal del Keuper en afloramiento (cantera).

**Duración:** Unos 60 minutos.

El domo de La Rosa se sitúa en el extremo occidental de la Sierra del Carche, a favor del cruce de varias fracturas. Muestra una estratigrafía similar a la del domo de Pinoso, pero con la particularidad de que la sal aflora bien y es explotada en cantera, de un modo intermitente. Se aprecia el carácter bandeado y versicolor de la misma, y la textura porfiroblástica y brechoide. A modo de «cap-rock», una cobertera de yeso de pocos metros de potencia recubre la sal. Puntualmente se encuentra anhidrita fibrosa y espática de tono rojizo, así como pequeñas masas rocosas de mezcla de polihalita con yeso/anhidrita. Por el momento, no se realiza una explotación intensiva de la sal de este domo, sino únicamente en relación con la capacidad de evaporación de unas salinas instaladas en su parte alta.

## **Parada 10: Domo de Jumilla (Keuper)**

F. Ortí

**Referencia:** Canteras de yeso de Jumilla.

**Acceso:** Pista asfaltada que se dirige al sw, poco antes de 1 km yendo desde Jumilla hacia Hellín por la carr. 3213. Siguiendo esta pista aproximadamente otro kilómetro, se llega a una cantera abandonada.

**Evaporitas:** Yeso secundario.

**Objetivo:** Observación de la serie evaporítica superior del Keuper: unidad K5 (Yesos de Ayora) y contacto con la unidad infrayacente, K4.

**Duración:** Unos 30 minutos.

El domo de Jumilla es el menor de los que se visita en esta excursión. Ofrece el interés de permitir la observación del paquete yesífero superior del Keuper (K5), que ha sido ampliamente explotado, como en otros domos o afloramientos de similar envergadura y estadio incipiente de desarrollo (Villena, Yecla, etc.). Desde la cantera puede observarse el cabalgamiento de las arcillas yesíferas rojas (unidad K4), del margen oriental del domo, sobre las arcillas terciarias. (Recientemente en las proximidades de la cantera se ha instalado un vertedero...).

## Parada 11: Yesos de las Minas de Hellín

J.P. Calvo y E. Elízaga

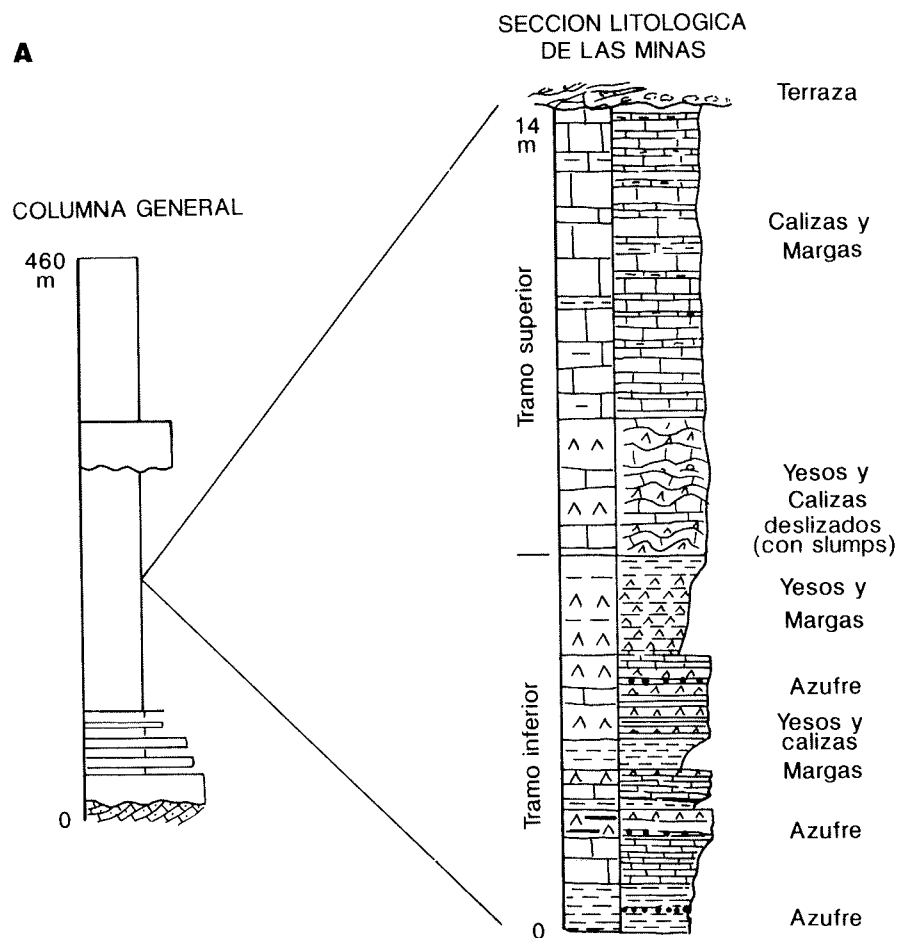
**Referencia:** Corte del barrio de las Minas de Hellín (Albacete).

**Acceso:** A lo largo de la carretera, en las proximidades al p.k. 21.

**Evaporitas:** Yeso primario y diagenético, y azufre.

**Objetivo:** Estudio de una serie yesífera en la que abundan los nódulos diagenéticos de azufre.

**Duración:** Unos 90 minutos.

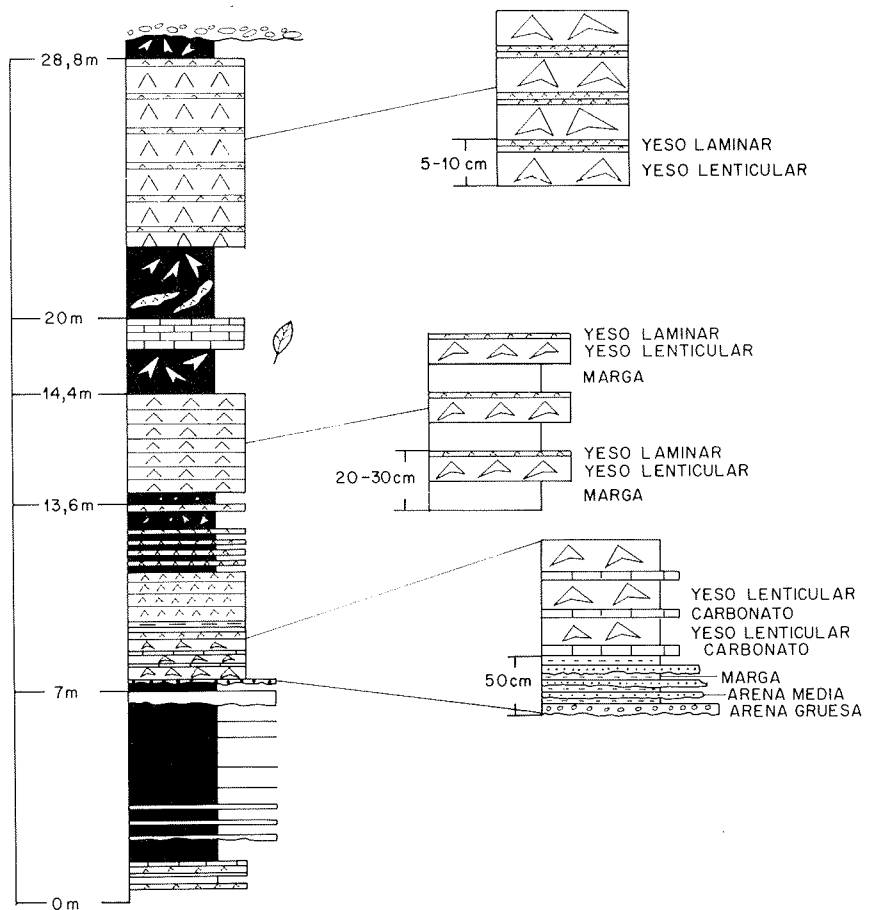


**Figura 10:** A) Sección estratigráfica de los Yesos de las Minas de Hellín. B) Niveles yesíferos de la carr. Las Minas - Estación de las Minas.

En la fig. 10A se muestra una sección próxima a la localidad de Las Minas de Hellín. Dicha sección está constituida por dos tramos. En el inferior está bien representada la asociación de facies con yesos, margas, sílex y nódulos de azufre. La forma de yeso mejor expuesta corresponde a yeso finamente laminado, con laminación distorsionada en la zona de crecimiento de nódulos de azufre. Generalmente, la presencia de estos nódulos coincide con formas secundarias fibrosas de yeso. Los niveles de yeso y azufre alternan con pasadas de margas calcáreas también laminadas.

El tramo superior es netamente carbonatado, con un nivel deslizado (*slumping*) de 2,30 m de espesor en su base, y el resto formado por calizas margosas masivas en bancos centimétricos a decimétricos.

**B**



La fig. 10B muestra un corte en la carretera del barrio de Las Minas a la Estación, junto a la Casa Blanca. En él se reconocen ciclos evaporíticos característicos de la cuenca de Las Minas-Camarillas, integrados por yeso primario y diagénico temprano. Se aprecian cuatro tramos diferentes, el primero con abundantes niveles detríticos y los tres siguientes con neto desarrollo de evaporitas (yesos). Estos tramos con evaporitas se ordenan en ciclos, observándose en cada uno de ellos la siguiente secuencialidad, de base a techo: 1) margas con yeso macrocristalino intersticial, 2) niveles de yeso lenticular micro o mesocristalino, y 3) bancos finos de yesos laminados. Esta última facies yesífera se hace más frecuente en el último tramo representado en la sección.

## **Parada 12: Campo Coy (Mioceno superior)**

J.M. Salvany y F. Ortí

**Referencia:** Cordillera de Campo Coy.

**Acceso:** Entre los p.k. 20 y 21 de la carretera de Caravaca a Lorca (C-3211) parte hacia el oeste una pista que sigue el afloramiento de los yesos por su margen sur en un recorrido aproximado de 2 km.

**Evaporitas:** Yeso primario y secundario.

**Objetivo:** Observar diferentes facies de yeso primario y secundario, y su relación, en una serie evaporítica de tránsito de condiciones sedimentarias marinas a continentales.

**Duración:** 45-60 minutos.

Las ventas de Campo Coy, situadas sobre la carretera de Caravaca a Lorca, dan nombre a una pequeña cuenca terciaria con sedimentación ocurrida durante el Mioceno medio-superior y Plioceno. La cuenca se sitúa sobre las unidades alóctonas de la Zona Prebética, de composición principalmente triásica, cuyos últimos movimientos han deformado localmente sus materiales, y se halla representada en las hojas 1:50.000 de Zarcilla de Ramos (n.º 931) y Caravaca (n.º 910).

A lo largo del margen sur de la cuenca, y en contacto con los referidos materiales triásicos, afloran diversos niveles yesíferos que forman un resalte conocido como «cordillera de Campo Coy» (fig. 11). En el resalte aflora la parte superior de la serie yesífera (fig. 12), con una potencia de 45 m., en la que se distinguen tres ciclos evaporíticos con características parecidas. El más completo de los tres ciclos es el inferior, constituido por yeso primario y yeso secundario, así como carbonatos y margas como material encajante de estas evaporitas.

El yeso primario forma la parte inferior del ciclo (niveles A, B y C de la fig. 12), y muestra tres tipos de litofacies diferentes: 1) yeso selenítico en forma de pequeños niveles centimétricos; 2) yeso lenticular, de tamaño normalmente comprendido entre 1 y 3 cm, formando capas de espesor decimétrico; 3) gipsarenita, con estructuras de laminación paralela o cruzada de pequeña escala, así como morfologías algales.

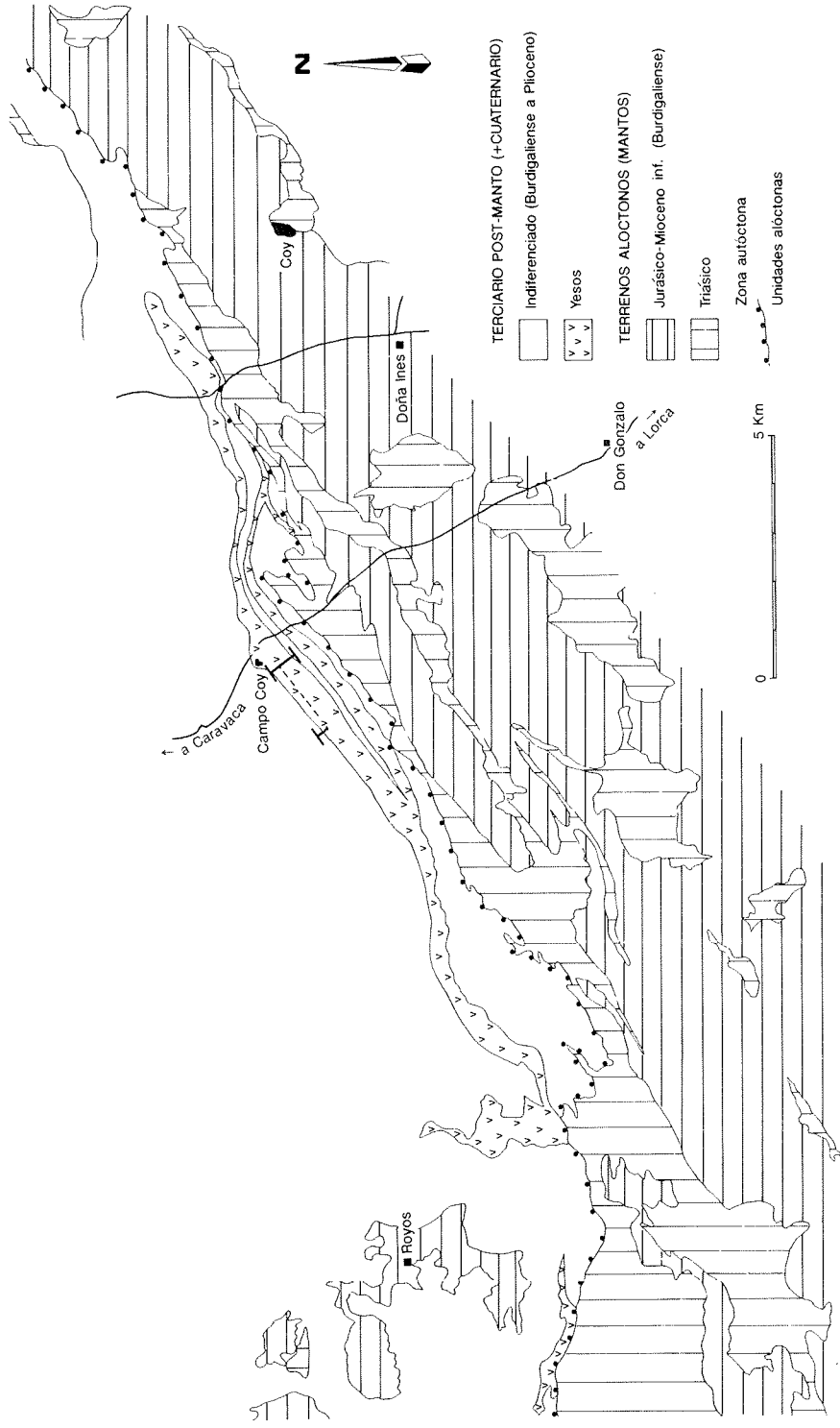
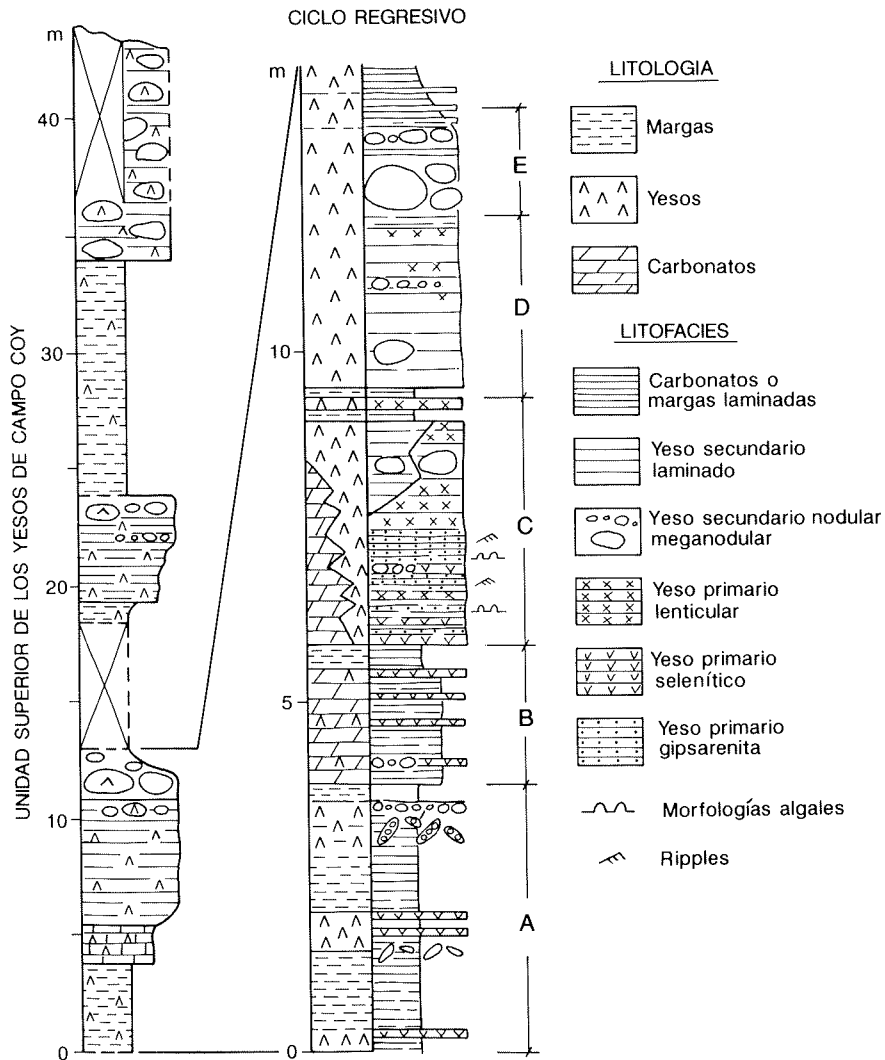


Figura 11: Mapa geológico esquemático de la cuenca de Campo Coy (simplificado de las Hojas Geológicas a escala 1: 50.000, n.º 931 y 910).



Estas facies primarias de yeso pasan lateral y verticalmente, por reemplazamiento, a facies de yeso secundario, que son básicamente de dos tipos: 1) yeso laminado de textura alabastrina, 2) yeso nodular o meganodular también con textura alabastrina (niveles D y E, y en parte el C, de la fig. 12). En algunos casos llega a verse claramente cómo un nivel selenítico pasa lateralmente a yeso nodular. También se puede observar cómo los niveles de yeso lenticular y gipsarenita pasan lateralmente a yeso secundario laminado. Estas transformaciones ocurrieron en el medio sedimentario como procesos diagenéticos tempranos, transformándose el yeso primario inicialmente en anhidrita y después en yeso secundario. Los meganódulos se sitúan preferentemente en la parte superior de los ciclos, y



**Figura 12:** Columna estratigráfica parcial del Neógeno de la cuenca de Campo Coy (la posición de la misma se indica en la fig. 11).

su origen es sincrónico o posterior a la anhidritización del yeso primario, pues se emplazan entre el yeso secundario cortando o deformando sus estructuras.

La distribución de facies permite interpretar estos ciclos como propios de una situación regresiva. En su parte inferior tenemos mayor desarrollo de margas y carbonatos, con niveles evaporíticos propios de lagunas con cierta estabilidad (selenitas). A medida que subimos en la serie disminuye el contenido de los carbonatos y margas, y aumenta el de las evaporitas propias de llanuras lutíticas (yeso lenticular y nodular). El desarrollo de grandes nódulos a techo del ciclo representa ya un ambiente de tipo sabkha plenamente establecido (ORTÍ, 1979-82, p. 496). Dos análisis isotópicos de estos yesos indican el origen continental de los mismos, por reciclaje de los sulfatos triásicos del entorno (GARCÍA VEIGAS *et al.*, presente volumen).

### **Parada 13: Yesos de Lorca (Messiniense)**

**F. Ortí y L. Rosell**

**Referencia:** Corte de la Serrata de Lorca.

**Acceso:** En la carretera de Lorca a Caravaca (C-3211), unos dos kilómetros al N de Lorca, en la Hormigonera Alba se toma la pista que, hacia el W, entra a las instalaciones de Minas Volcán, S.A., al mismo pie de La Serrata.

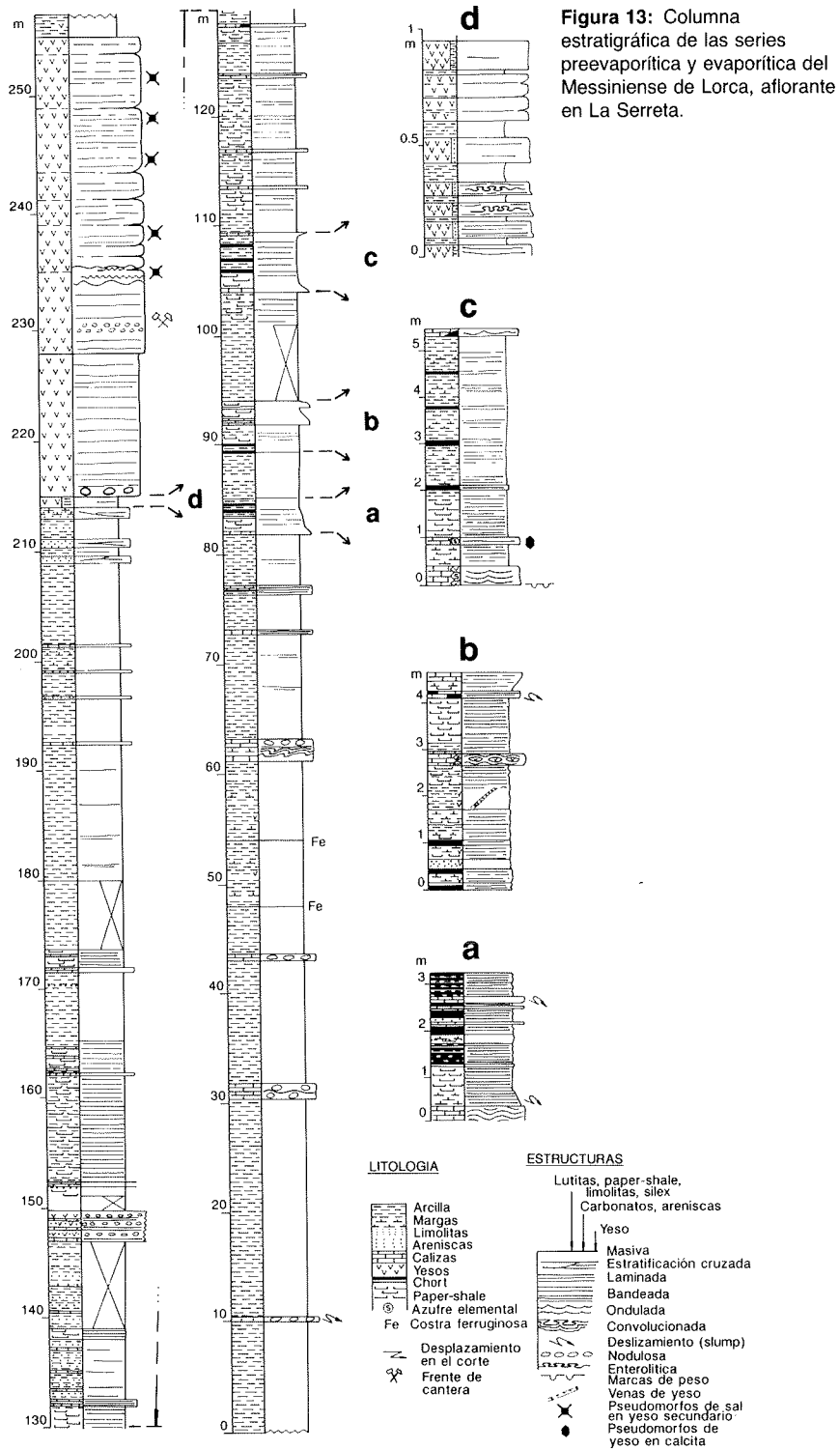
**Evaporitas:** Yeso secundario, y facies preevaporíticas.

**Objetivo:** Estudio de las series pre-evaporítica y evaporítica del Messiniense.

**Duración:** Entre 60 y 90 minutos.

A lo largo de la pista (de fuerte pendiente) que desde las instalaciones industriales sube hasta la cantera de yeso, puede estudiarse detenidamente la serie pre-evaporítica y luego la evaporítica, esta última en las canteras. La serie pre-evaporítica muestra lutitas, carbonatos, sílex laminados, «margas apergaminadas» (*paper-shale*), pizarras bituminosas (*oil-shale*), nódulos de azufre, etc. Entre las margas apergaminadas puede encontrarse restos de peces. La serie yesífera, de unos 40 m de potencia, consiste en yeso secundario de facies laminadas, en cuya base se presentan algunos niveles finos de aspecto turbidítico (nivel d, fig. 13). En la mitad superior de la serie yesífera abundan las improntas y los pseudomorfos de cristales de sal (en sondeo se ha cortado hasta más de 200 m de sal en el subsuelo del llano que se abre al W de la Serrata, así como diversos horizontes de pizarras bituminosas en la serie infrayacente a las evaporitas). La fig. 13 muestra la columna estratigráfica de esta serie.

Obsérvese que los yesos carecen de litofacies seleníticas, contrariamente a lo que suele ocurrir en el Messiniense. Son frecuentes los deslizamientos sin sedimentarios (*slumping*) en esta serie. En toda la Serrata abundan los restos de la minería de azufre que se desarrolló hace décadas. El azufre está ligado fundamentalmente a los carbonatos de la serie pre-evaporítica, aunque se encuentran nódulos de azufre entre las lutitas y en algún nivel de yeso.



## **Parada 14: Yesos de Fortuna (Messiniense)**

**C. Santisteban**

**Referencia:** Rambla Salada (corte de los márgenes de la Rambla Salada, en las proximidades de las antiguas salinas de Fortuna).

**Acceso:** Se accede a esta localidad por una pista asfaltada de uso agrícola situada entre el canal del transvase y el puente que cruza la Rambla Salada, a la izquierda de la carr. Murcia-Fortuna. Nos desviamos por esta pista y a unos doscientos metros tomamos un camino sin asfaltar, a la izquierda, que nos conduce a las antiguas salinas de Fortuna, hoy abandonadas.

**Evaporitas:** Yeso primario. Edificios de selenitas del Tercer Grupo de Ciclos Evaporíticos de la Cuenca de Fortuna.

**Objetivo:** Observación de un conjunto de edificios de selenita primaria, recubiertos por yeso laminado de tipo balatino.

**Duración:** Unos 60 minutos.

En las proximidades de las antiguas salinas de Fortuna, emplazadas en el cauce de la Rambla Salada, afloran los depósitos del Segundo y Tercer grupos evaporíticos. Los depósitos del Segundo Grupo evaporítico se hallan frente a las salinas, en el margen derecho de la rambla, mientras que los del Tercer Grupo se presentan en el margen izquierdo. Los materiales correspondientes al Primer Grupo se hallan cubiertos, y supuestamente están emplazados a pocos metros por debajo de las instalaciones abandonadas. Los depósitos del Tercer Grupo se caracterizan por alternancias de depósitos formados en condiciones marinas normales y evaporitas.

En el talud del margen izquierdo de la rambla, al final de las salinas, aflora un tramo de 2 m formado por yesos y carbonatos. Desde lejos este nivel presenta una base plana y un techo neto ondulado. Está constituido por tres niveles (fig. 14). El inferior consiste en una capa de 15-20 cm de espesor, de carbonatos que contienen pequeños cristales lenticulares de yeso. El nivel central es el que tiene mayor potencia, aunque con fuertes variaciones laterales. Desde lejos puede observarse que está formado por un conjunto de montículos unidos lateralmente. El nivel superior consiste en 30 cm de yeso blanco laminado, con pequeñas rosetas de crecimientos microseleníticos.

El nivel más característico es el central, pues está formado por edificios de cristales de selenita maclados. Estos edificios poseen un máximo de 1,5 m de altura y aproximadamente 25 m de longitud. En su base puede apreciarse numerosos cristales retrabajados y cómo los edificios están constituidos por la yuxtaposición de grandes conos de nucleación de selenitas. Internamente presentan una superficie neta, indicativa bien de la emersión y disolución de los cristales de sulfato cálcico, bien de la disolución de un nivel de halita. Estos edificios están formados por cristales de yeso primario desarrollados en condiciones de crecimiento libre. En algunos puntos los selenitas, de color gris, están transformados en una masa homogénea de yeso alabastrino, herencia de una anhidritización secundaria.

Los edificios de selenitas primarios están recubiertos homogéneamente por yeso balatino el cual, en este caso, es el resultado de la yesificación de un tapiz

algal en condiciones de aguas hipersalinas. Sus láminas están adaptadas a la forma de pequeños conos de selenitas de hasta 3 mm de altura.

Por encima de este tramo de yesos se encuentran depósitos marinos conglomeráticos formados en la parte distal de un aparato de «fan-delta». Tienen una coloración rojiza y presentan fragmentos de coral conservados en aragonito. Obsérvese la transición de facies desde el margen derecho al izquierdo de la rambla.

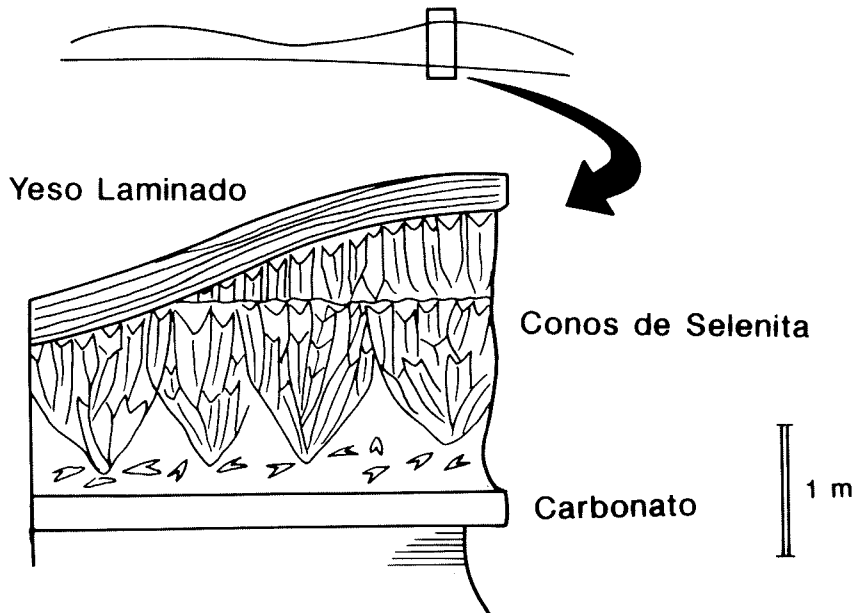


Figura 14: Detalle de los yesos seleníticos del Messiniense de la Rambla Salada.

### **Parada 15: Yesos de San Miguel de Salinas (Messiniense)**

F. Ortí

**Referencia:** Corte del barranco de km 16, de la carr. de San Miguel de Salinas a Orihuela (A332).

**Acceso:** Pista que desde este punto kilométrico (poco antes de llegar al desvío de Torremendo, yedo desde San Miguel hacia Orihuela) se dirige hacia el wsw. Después de pasar la yesera y cruzar el canal, se llega a las canteras tras recorrer algo menos de un kilómetro.

**Evaporitas:** Yeso primario (mínimas cantidades de yeso secundario).

**Objetivo:** Estudio de una serie evaporítica dominada por facies seleníticas de cristales maclados, con organización y fábricas variadas.

**Duración:** Entre 90 y 120 minutos.

A lo largo del citado barranco se muestra una serie del Messiniense con cuatro capas yesíferas. El estudio de las mismas, así como de la serie estratigráfica, puede encontrarse en diferentes trabajos (ORTÍ y SHEARMAN, 1977; ROUCHY, 1982), y está reproducido en las figs. 15 y 16. La principal de las capas es la inferior (de la cual se presenta un perfil geoquímico en el artículo de GARCÍA VEIGAS *et al.*, del presente volumen). Otras canteras de interés pueden verse en la carretera que desde San Miguel se dirige a San Javier por Rebate.

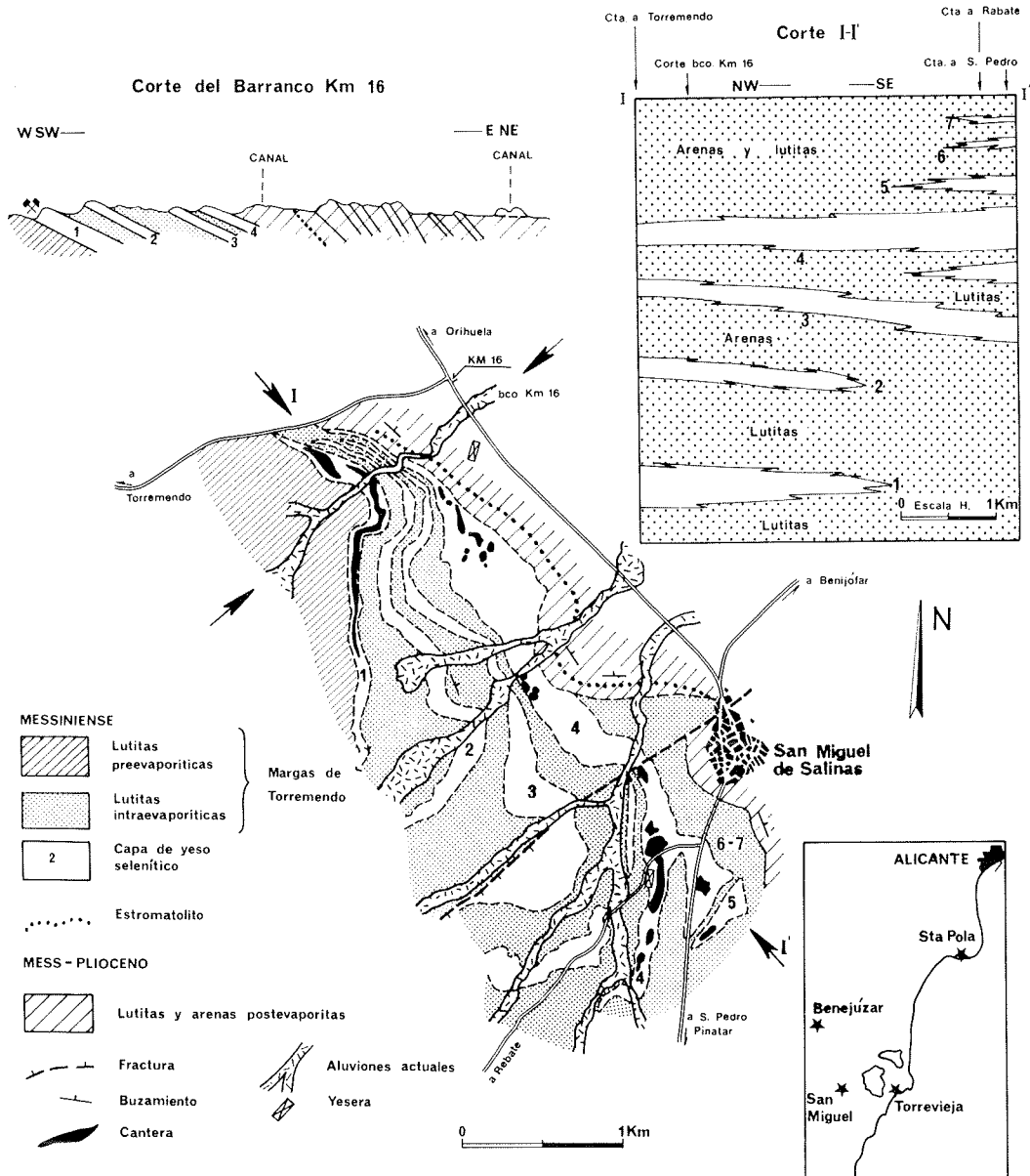
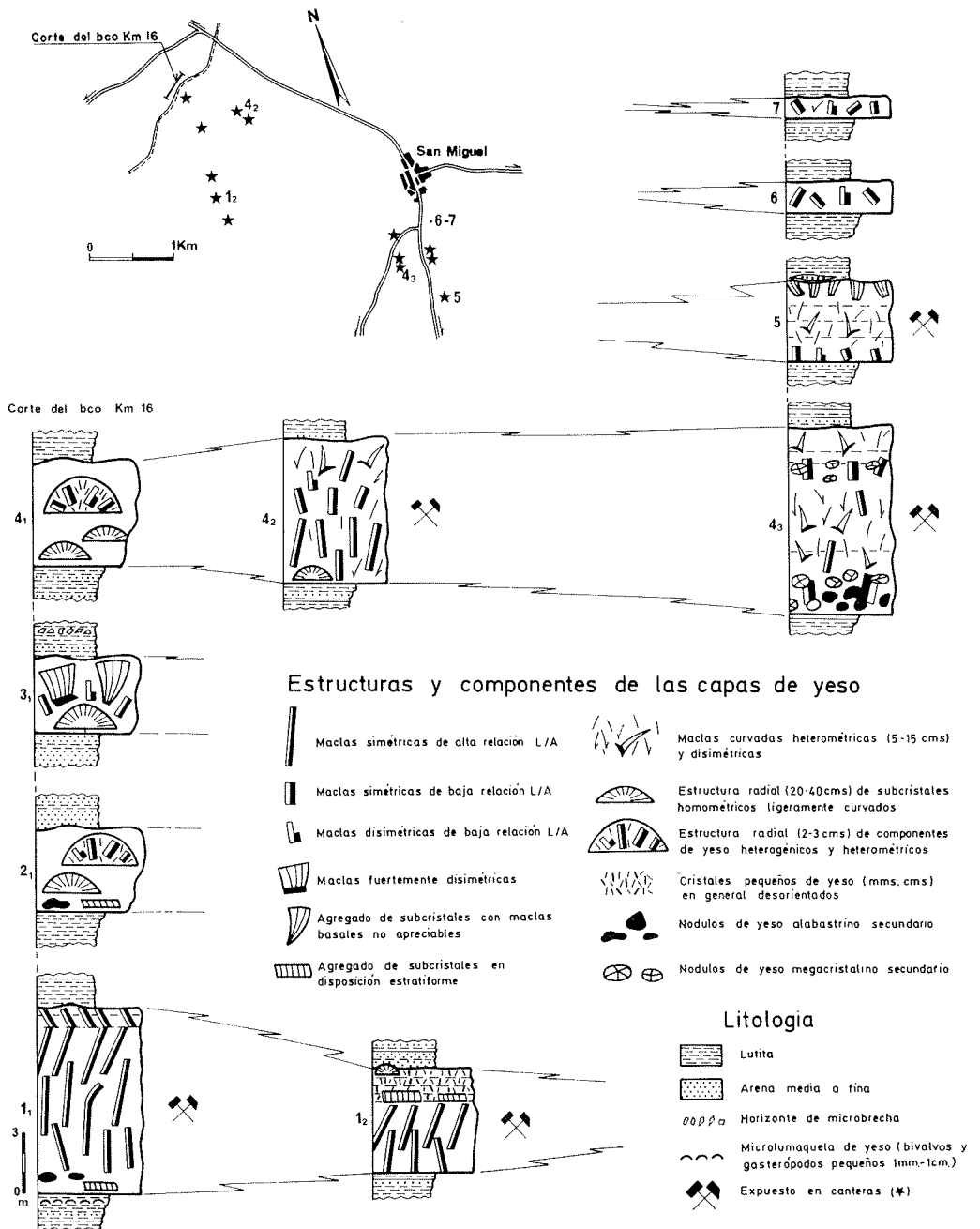


Figura 15: Esquema cartográfico y estratigráfico del Messiniense evaporítico de la zona de San Miguel de Salinas (Alicante) (fig. 1 de ORTÍ y SHEARMAN, 1977).



**Figura 16:** Evolución lateral de las estructuras de las capas de yeso messiniense, a lo largo de un corte NW-SE, en la zona de San Miguel de Salinas (fig. 38 de ORTÍ y SHEARMAN, 1977).

## **Parada 16: Triásico de Altea (Alicante)**

**A. Estévez y M. López Arcos**

**Referencia:** La Nucía, Fuentes del Algar (Alicante).

**Acceso:** Carretera de Benidorm a Callosa d'Ensarrià y desvío a las fuentes del Algar al llegar a esta localidad.

**Evaporitas:** Yeso secundario.

**Objetivo:** Observación de la disposición tectónica y de los contactos del Trías al Sur y Norte del afloramiento. Discusión sobre el tema.

**Duración:** Unos 150 minutos.

Se han establecido dos puntos de observación que denominaremos 17 A y 17 B (fig. 17).

Desde el punto 17 A, situado en el término de La Nucía, punto kilométrico 51,500 de la carretera de Benidorm a Callosa, se observa el dispositivo geométrico general de la estructura de los materiales que rodean al afloramiento triásico.

En el borde Sur de este afloramiento el Trías contacta con la secuencia del Cretácico Superior de Sierra Helada, en algunos puntos mediante una franja de edad Eógena.

Aunque con repliegues, a techo de esta secuencia se sitúan los materiales triásicos, si bien los contactos están muy retocados por fallas recientes, una de las cuales puede observarse en la parada señalizada (fig. 18).

El borde Norte está constituido por la Sierra de Bernia, cuya estructura responde a un anticlinal de dirección casi E-W volcado al Norte, con un núcleo cretácico (Cenomanense-Turonense-Senonense) limitado por afloramientos eógenos tanto en su flanco Norte como en el Sur. En este último el Trías aparece a techo de la secuencia.

En el punto 17 B se observa el contacto mediante un accidente transcurrente con componente normal entre el Trías y los materiales eocenos. Es evidente que el dispositivo previo al salto de falla normal presupone una amplia superposición del Trías sobre los materiales eocenos del borde Sur de la Sierra de Bernia.

La estructura interna del Trías es complicada y aquí sólo resaltaremos que contiene inclusiones del Cretácico Superior del Prebético meridional, así como numerosos enclaves de ofitas que faltan o son escasos en los afloramientos prebéticos y en cambio numerosos en los afloramientos de indudable procedencia subbética (Sierra de Crevillente). Algunas de estas ofitas (Cap Negret) presentan mineralizaciones hidrotermales con granate, especularita, anfíboles y prenhita, que son bien conocidas en los afloramientos subbéticos del Trías de Cehegín (Murcia) o en el de Crevillente.

Sin que se pueda por el momento asignar una clara procedencia del Trías de Altea, existen razones para pensar que en este sector han podido entrar en contacto el Trías subbético y el Trías prebético, como sin duda ocurre en el valle del Vinalopó. En efecto, en algunos puntos el Trías de Altea se prolonga por estrechos corredores en los que surge como intrusión diapírica (Finestrat, Valle de Guada-



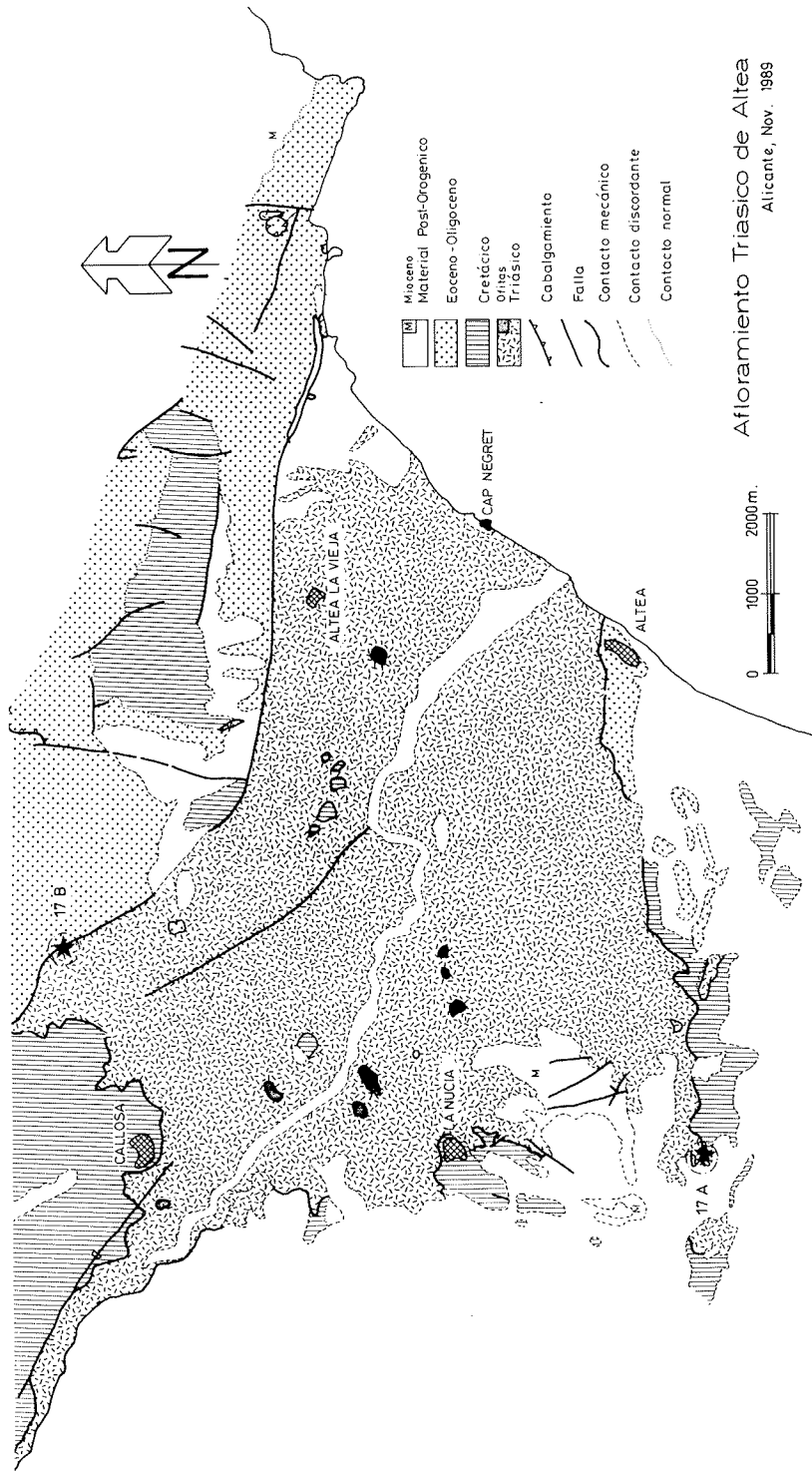
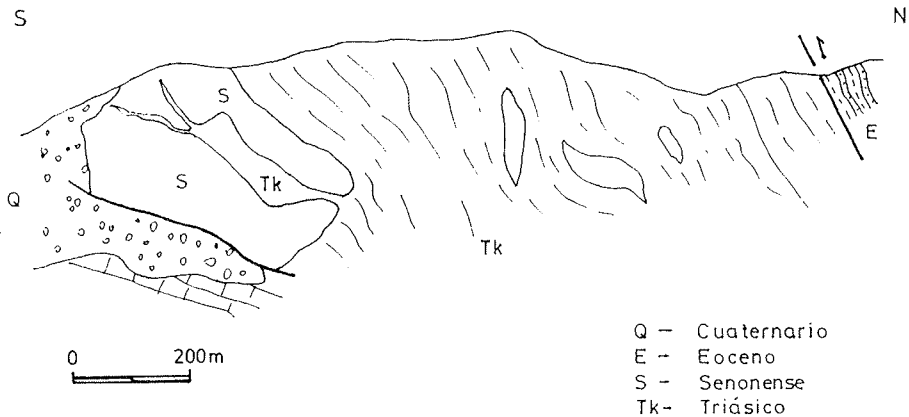


Figura 17: Síntesis cartográfica del afloramiento triásico de Altea.

lest). En cambio, el centro del gran afloramiento de Altea, salpicado de ofitas, pudiera corresponder a un emplazamiento por superposición ligada a la etapa de mantos de corrimiento. Las fases tardías de fracturación sin duda alcanzan casi hasta la actualidad (parada 17 A) y complican en gran manera los contactos primitivos, de modo que hace difícil extraer conclusiones más concretas por el momento. Una buena cartografía de la estructura interna del Triás se hace precisa a tal fin.



**Figura 18:** Detalle del contacto entre el Triás y los materiales posteriores, en el borde Sur del afloramiento de Altea.

### Bibliografía

- ANADÓN, P., CABRERA, L., JULIA, R., ROCA, E. y ROSELL, L. (1989a): Lacustrine oil-shale basins in Tertiary grabens from NE Spain (Western European rift system). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 70: 7-28.
- ANADÓN, P., ROSELL, L. y TALBOT, M.R. (1989b): Carbonate replacement of gypsum in Upper Miocene lacustrine deposits, Eastern Spain. *Terra abstracts*, 4: 219-220.
- BELLANCA, A., CALVO, J.P., CENSI, P., ELÍZAGA, E. y NERI, R. (1989): Evolution of lacustrine diatomite carbonate cycles of Miocene age, Southern Spain: Petrology and isotope geochemistry. *Jour. Sed. Petrology*: 59: 45-52.
- GALÁN, E. y MIRETE, S. (1979): *Introducción a los minerales de España*. IGME, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 420 p.
- MARGALEF, R. (1947): Observaciones micropaleontológicas sobre los sedimentos lacustres de Libros. *Estudios Geológicos*, 5: 171-177.
- ORTÍ, F. (1973): *El Keuper del Levante español*. Litoestratigrafía, Petrología y Paleogeografía de la cuenca. Tesis Doctoral, Univ. Barcelona, 174 p.
- ORTÍ, F. (1974): El Keuper del Levante español. *Estudios Geológicos*, 30: 7-46.
- ORTÍ, F. (1979-82): Características deposicionales y petrológicas de las secuencias evaporíticas continentales en las cuencas terciarias peninsulares. *Temas Geológicos Mineros*, IGME, parte II: 485-506.
- ORTÍ, F. (1987): La zona de Villed-Cascante-Javalandre. Introducción a las formaciones evaporíticas y al volcanismo jurásico. *XXI Curso de Geología Práctica de Teruel*, Univ. verano de Teruel: 56-95.
- ORTÍ, F. y SHEARMAN, D.J. (1977): Estructuras y fábricas deposicionales en las eva-

- poritas del Mioceno superior (Messiniense) de San Miguel de Salinas (Alicante). *Rev. Inst. Inv. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, 32: 5-53.
- ORTÍ, F. y BUSSON, G. (Eds.) (1984): Introducción a la sedimentología de las salinas marítimas de Santa Pola (Alicante, España). *Rev. Inv. Geològ.*, 38-39: 235 p.
- PIERRE, C., ROUCHY, J.M., SERVANT-VILDARY, S. and FOUCAULT, A. (1989): The Minas de Hellin Formation (South Spain): stable isotopes, mineralogy and diatoms of an hypersaline transitional lacustrine-marine sedimentary sequence. *E.U.G.V., Strasbourg, Abstracts*, p. 219.
- ROUCHY, J.M. (1982): La g n se des  vaporites messiniennes de la Méditerranée. *M m. Mus. Nat. d'Hist. Naturelle*, nov. sèrie, S.C.T.L., 267 p.
- UTRILLA, R. (1989): *Les composicions isotòpiques (O, S) del sulfat, com a indicadors de l'origen de les evaporites del Mesozoic i del Cenozoic de la Península Ib rica i les Illes Balears*. Tesis Doctoral, Univ. Barcelona, 276 p.