

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1 : 50.000



EXPLICACION

DE LA

HOJA N.º 593

CUEVAS DE VINROMA

(CASTELLON)

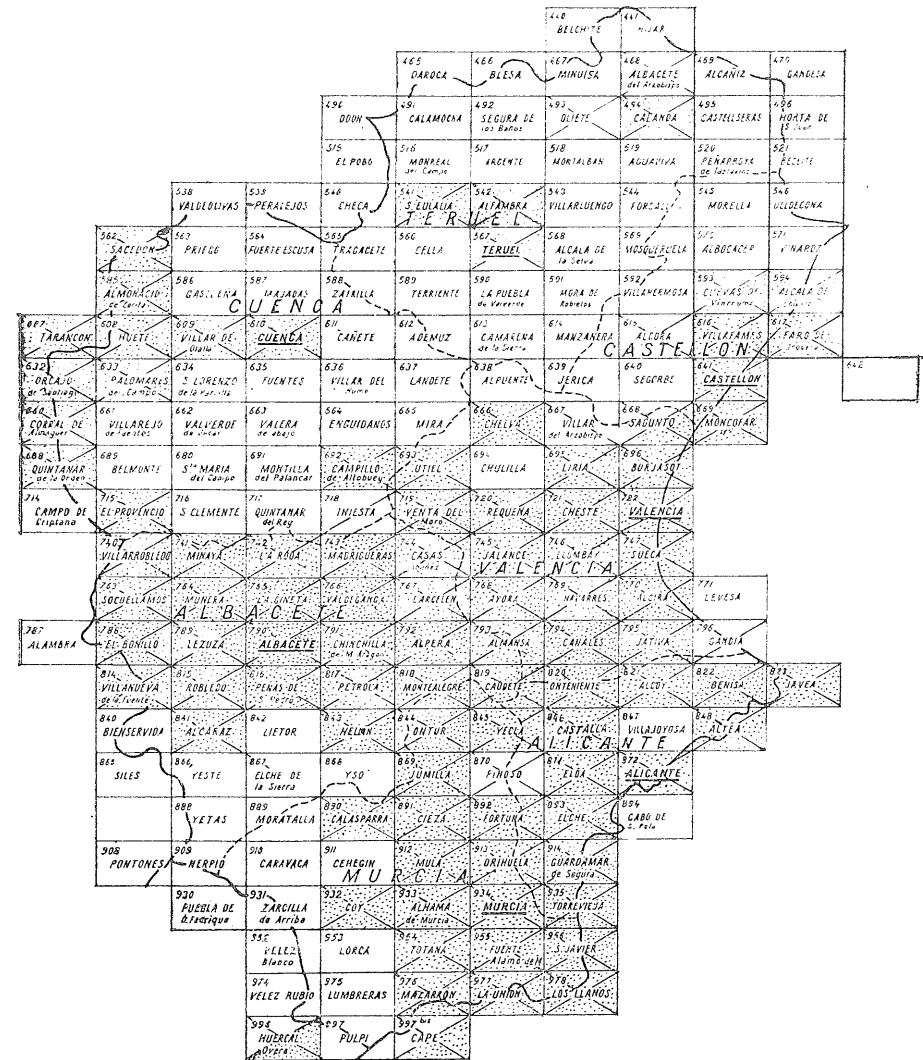
MADRID
TIP.-LIT. COULLAUT
Mantuano, 49
1965

SEXTA REGION GEOLOGICA
SITUACION DE LA HOJA DE CUEVAS DE VINROMA, NUM. 593

Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por el Doctor Ingeniero de Minas D. ENRIQUE DUPUY DE LÔME Y SÁNCHEZ LOZANO.

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus Publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

Depósito legal: M. 6.225.—1958



Publicada



En prensa



En campo

INDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Antecedentes y rasgos geológicos	5
II. Rasgos de geografía física y humana	13
III. Estratigrafía	19
IV. Tectónica	59
V. Hidrología subterránea	69
VI. Minería y Canteras	73
VII. Bibliografía	75

I

ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLOGICOS

A) ANTECEDENTES

Hemos llevado a cabo el estudio de la Hoja de Cuevas de Vinromá durante la primavera y verano de 1963.

Habíamos ya recorrido la región en diferentes campañas de estudios hidrogeológicos, y durante el año 1962 habíamos procedido al estudio de la hoja de Alcalá de Chisvert, colindante al este con la que ahora publicamos.

Con este motivo llamó nuestra atención la compleja disposición geológica de esta región, cuyos accidentes son mucho más violentos de lo que habíamos supuesto en un principio y que lo que aparece representado en la cartografía geológica de que puede disponerse hasta la fecha.

Con este motivo emprendimos el estudio del país, con el propósito de extender paulatinamente nuestras investigaciones hacia el SO., para enlazar con los trabajos de cartografía geológica que estamos también llevando a cabo en la zona septentrional de la provincia de Valencia y parte sur de la de Teruel. Ello nos permitirá llegar a un conocimiento más completo de las características morfológicas de esta parte meridional de las Cadenas Ibéricas, así como a poder determinar su enlace con el Prebético Septentrional.

Desgraciadamente nos ha sido posible disponer de muy escasos antecedentes geológicos como base de nuestro trabajo.

No entramos en el análisis de las primeras publicaciones sobre la región, ya que éstas consisten esencialmente en trabajos geográficos que incluyen descripciones geológicas de carácter general.

Los trabajos más interesantes son los llevados a cabo por el Instituto

Geológico de Gotinga, y entre ellos los de R. Brinkmann, Brinkmann y Gallwitz, C. Hahne, G. Richter, R. Teichmüller, E. Schröder, F. Lotze, etc., y muy especialmente los estudios del profesor H. Stille, verdadero iniciador de esta brillante escuela de geólogos alemanes, que con tan gran acierto se han dedicado, en los últimos años, a la investigación de los problemas geológicos de nuestro país.

Uno de los más importantes trabajos sobre la región es el del profesor Rolando Brinkmann, titulado "Las Cadenas Béticas y Celtibéricas en el SE. de España".

El límite septentrional de este trabajo queda ya al sur de la Hoja de Cuevas de Vinromá. Ello, no obstante, su consulta ha sido para nosotros de gran utilidad, habida cuenta del detenido estudio que en esta publicación se realiza sobre las características estratigráficas y tectónicas esenciales de la región celtibérica.

En este trabajo se propone el autor resolver el problema del estilo tectónico y naturaleza del entronque de las Cadenas Béticas (concretamente de su borde septentrional) con los pliegues de directriz ibérica que se extienden más al norte.

Se trata, en consecuencia, de un estudio de naturaleza principalmente tectónica, por lo que no es posible encontrar en él detalle en las descripciones y representaciones cartográficas. Ello no obstante, éstas son en general correctas y están apoyadas, en la mayor parte de los casos, en acertadas determinaciones paleontológicas.

El mapa del profesor Brinkmann, a escala 1:250.000, comprende casi la totalidad de la provincia de Valencia, y va acompañado de cuatro interesantes cortes tectónicos.

Tanto a consecuencia de la índole del trabajo, como de la escala adoptada, y del deficiente material topográfico de que el autor pudo disponer, existen algunas lagunas en la representación cartográfica de las formaciones que afloran en la región.

En cualquier caso, la obra del profesor Brinkmann, desde el punto de vista estratigráfico, supuso ya un avance muy notable en relación con los trabajos existentes en la época en que fue publicada, y desde el punto de vista tectónico prácticamente no ha podido ser superada hasta la fecha.

Al Dr. Carlos Hahne se deben los estudios titulados "Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona", y "La Cadena Celtibérica al este de la línea Cuenca-Teruel-Alfambra".

En el primero de ellos, realizado como tesis doctoral, se estudian de modo general los problemas geológicos de una zona muy extensa. En la

parte estratigráfica se describen, en líneas generales y acertadamente, las diferentes formaciones que afloran en la región objeto del estudio, y se discute especialmente la situación estratigráfica de la facies wealdense y de las capas de Utrillas.

En la parte tectónica se establece, en primer lugar, la situación y disposición de los ejes principales que atraviesan el país, y se traza a continuación una síntesis de su evolución geológica, describiendo las más importantes discordancias.

En el segundo de los trabajos de Hahne se describe también una extensa zona, en cuyo límite oriental queda incluida parte de la región que estudiamos.

Tanto a causa de la naturaleza del trabajo como de la gran extensión superficial a que se refiere, las descripciones geológicas son forzosamente de carácter muy general.

Después de las primeras descripciones estratigráficas se traza en la publicación, en primer lugar, una breve síntesis de la orogenia e historia del país, y a continuación se describen los más importantes accidentes tectónicos.

Son también de notable interés los trabajos de los doctores Gerhard Richter y Rolf Teichmüller, cuya área de estudio coincide en gran parte con las descritas por Carlos Hahne.

Estudian estos autores una zona muy extensa que comprende desde la Sierra de la Demanda, al NO., hasta Sagunto, al SE., y desde Zaragoza, al NE., hasta Cuenca, al SO.

En su trabajo, titulado "El desarrollo de la Cadena Celtibérica", publican un mapa geológico a escala 1:900.000, que comprende la totalidad del área estudiada.

Evidentemente, a causa de la magnitud de la escala, el mapa está trazado sólo en líneas muy generales.

Publica el profesor Teichmüller otro estudio, a escala 1:100.000, de una zona del Bajo Aragón, en el cual el detalle de la representación estratigráfica es mucho mayor, y cuyo mapa incluye además un interesante corte tectónico transversal. En este trabajo se estudia con mucho detalle la evolución geológica de la región, y se resumen las conclusiones en unos interesantes bosquejos paleogeográficos, referentes al Buntsandstein, Keuper, Wealdense, Aptense, Albense Superior, Paleoceno y Neógeno.

Se incluye también un interesante bosquejo tectónico, en el que se indican los ejes de plegamiento más importantes y las principales fracturas.

Resulta, en conjunto, la publicación de los profesores Richter y Teich-

müller de gran interés para el estudio general de los problemas estratigráficos, tectónicos y paleogeográficos de la región celtibérica.

Muy importante es asimismo el trabajo del profesor Franz Lotze, titulado "Estratigrafía y Tectónica de las cadenas paleozoicas celtibéricas". Se trata de una voluminosa publicación, con más de 300 páginas de texto y cerca de 50 figuras intercaladas.

Forma parte asimismo de esta publicación un mapa geológico a escala 1:600.000, que comprende desde Castellón, al SE., hasta Soria, al NO.

Es lástima que este importante trabajo se circunscriba sólo al Paleozoico, sobre cuya estratigrafía y tectónica contiene observaciones interesantísimas.

El Mesozoico y Terciario apenas son considerados en este estudio, y en el mapa adjunto aparecen representados con un sólo símbolo respectivamente.

De todos modos, es obra de capital importancia para el conocimiento de la paleogeografía de la región y resulta de indudable valor para quien desee llevar a cabo estudios geológicos en la misma.

Al profesor Royo Gómez se deben interesantes observaciones estratigráficas y tectónicas sobre la región levantina, y especialmente en lo que concierne a sus estudios de vertebrados wealdenses.

Don Bartolomé Darder Pericás fue autor de importantísimos trabajos geológicos en Levante e Islas Baleares. Son también muy interesantes sus trabajos de hidrología subterránea.

La obra principal de Darder Pericás, titulada "Estudio geológico de la parte sur de la provincia de Valencia y norte de la de Alicante" se refiere a un país situado muy al sur del que ahora nos ocupa.

Sin embargo, su consulta es muy interesante para la determinación de los problemas geológicos del Levante español, incluyendo el área que ahora estamos estudiando.

En época muy reciente, y bajo la dirección del profesor Brinkmann, se han llevado a cabo estudios muy interesantes en las provincias de Castellón y Teruel. Desgraciadamente estos trabajos no han sido publicados todavía, ignoramos incluso, dada su naturaleza, si llegarán a publicarse, lo cual es de lamentar desde el punto de vista del progreso del conocimiento geológico del país.

Asimismo, y por entidades particulares, han sido realizados en época actual, reconocimientos geológico-petrolíferos en esta zona costera de la provincia de Castellón.

De época muy reciente es el "Estudio geológico de la Sierra de Albaracín", publicado en 1959 por el Dr. Oriol Riba.

Se refiere a una zona situada ya sensiblemente al oeste de la que estamos describiendo, pero resulta de gran interés como libro de consulta, pues en él aparecen perfectamente tratados gran parte de los problemas que afectan a la geología de las Cadenas Ibéricas.

Hemos de referirnos asimismo a la recientísima publicación de Henning Saeftel, titulada "Paleogeografía del Albense en las Cadenas Celtibéricas de España", en la cual se encuentran muy importantes datos para el estudio de la evolución paleogeográfica del país en este periodo de su historia geológica.

Finalmente hemos de referirnos a los trabajos que en las Cordilleras Ibéricas, y al oeste de la zona que estudiamos, está llevando a cabo un grupo de geólogos franceses, bajo la experta dirección y supervisión del profesor A. F. de Lapparent.

Únicamente conocemos de estos estudios el titulado "Descripción geológica de la región de Tuéjar (Valencia)", debido a Dominique Rambaud, y el denominado "Contribución al conocimiento geológico de la región de Arcos de Salinas", del que es autor Michel Humbert. Durante nuestro estudio de la hoja de Chelva tuvimos ocasión de comprobar la meticulosidad y acierto con que están realizados estos dos trabajos.

Sabemos que en la misma región han efectuado estudios monográficos los geólogos señores Stasse, Rothe, Pentecote, Feugène y Montadert; pero desgraciadamente, sus trabajos no han sido publicados todavía.

En la época en que llevamos a cabo el estudio de la Hoja de Cuevas de Vinromá estaban publicadas las hojas geológicas del mapa a escala 1:50.000 de Sagunto, Castellón, Villafamés y Faro de Oropesa; todas ellas referentes al país situado al sur de Cuevas de Vinromá. También se hallaba en prensa la hoja de Alcalá de Chisvert, que linda hacia el Este con la que ahora estudiamos.

B) RASGOS GEOLOGICOS

Como ya hemos dicho en las páginas anteriores, la geología del interior de la zona comprendida en la Hoja de Cuevas de Vinromá, es de una complejidad mucho mayor de lo que a primera vista pudiera suponerse.

La variedad de las series estratigráficas que aquí afloran no es muy grande, pero están éstas afectadas por una tectónica violenta y fracturadas en bloques, de tal modo que sólo es posible seguir en tramos breves la continuidad de las series geológicas.

En gran parte de las formaciones calizas, tan frecuentes en la región,

no se encuentran macrofósiles, y la microfauna de algunas de ellas, y especialmente de las calizas jurásicas, tiene escaso valor determinativo.

Hemos podido distinguir la serie estratigráfica siguiente, cuyos términos inferiores no afloran en la zona objeto de nuestro estudio, pero sí en el país que se extiende inmediatamente al sur de la misma.

PALEOZOICO.

Formaciones metamórficas atribuibles al Siluriano.—Pizarras y cuarcitas.

TRIÁSICO.

- a) *Buntsandstein*.
Conglomerados y arcillas rojo-vinoso en la base.—Areniscas y arcillas en la zona inferior.
Predominantemente, arcillas con bancos de arenisca intercalados en la parte media.
Pizarras arcillosas abigarradas y yesos en la zona superior.
- b) *Muschelkalk*.
Serie caliza y dolomítica bien desarrollada, con tramo de margas nodulares fosilíferas.
Nivel rojo intermedio.
- c) *Keuper*.
Yesos, arcillas abigarradas con cuarzos hematoideos. Calizas y dolomías sabulosas.

SUPRAKEUPER Y RÉTICO.

Calizas y carñiolas.—Calizas francas azoicas.

LÍAS.

Calizas margosas tableadas, margas amarillentas fosilíferas.—Calizas de crinoides.

JURÁSICO.

- a) *Dogger*.
Margas y calizas margosas.—Calizas francas tableadas.
- b) *Malm*.
Predominantemente calizas francas bien estratificadas, localmente dolomitizadas. Escasos macrofósiles, pero abundante microfauna.

FACIES WEALDENSE.

- Arcillas compactas y plásticas.
- Arenas caoliníferas.
- Areniscas ferruginosas.

CRETÁCEO INFERIOR.

- a) *Aptense*.
Nivel inferior, predominantemente margoso, con abundantes fósiles.
Nivel superior caracterizado por bancos de caliza de rudistos.
En la parte alta de la serie, nuevas capas margosas.
- b) *Albense*.
Arenas blancas y abigarradas, a veces caoliníferas. Arcillas.

CRETÁCEO SUPERIOR.

- Cenomanense*.
Margas y areniscas ocres, ferruginosas. Calizas sabulosas.

MIOCENO.

- a) Conglomerados postorogénicos.
- b) Formaciones detríticas en deltas antiguos.
- c) Pontienne.
Margas arcillosas y caliza lacustre.

CUATERNARIO.

- a) Tierras arcillo-sabulosas.
- b) Depósitos aluviales en ramblas y cauces.
- c) Turberas y marjales.

La disposición tectónica de todas estas formaciones es bastante accidentada.

Aparece un entrecruzamiento de ejes tectónicos, debidos a la influencia sucesiva de las orogenias que dieron lugar a los pliegues de directriz ibérica y a los empujes más recientes, a los que son debidos los pliegues y accidentes tectónicos de traza NE.

Fenómenos de distensión postorogénica dieron origen a fracturas que complicaron la disposición de los accidentes tectónicos.

Finalmente, fenómenos orogénicos muy recientes, y especialmente una

intensa descompresión postmiocena, con la fracturación consiguiente, han dado al país su disposición tectónica actual.

En el capítulo correspondiente de la presente Memoria se estudian los accidentes tectónicos más importantes y sus relaciones con los elementos de la tectónica regional.

Finalmente se realiza una breve síntesis de la historia geológica del país y de su orogenia.

II

RASGOS DE GEOGRAFIA FISICA Y HUMANA

A) GENERALIDADES

Tal como es norma en la publicación de las Memorias correspondientes a las hojas del Mapa Geológico Nacional a escala 1 : 50.000 incluimos en estas páginas una descripción muy somera de las principales características morfológicas y fisiográficas del área estudiada.

Se pretende con ello únicamente dar al lector una ligera orientación sobre las esenciales características del país, pero sin intentar en absoluto una descripción geográfica del mismo.

Comprende la Hoja de Cuevas de Vinromá un país muy montañoso y abrupto, siendo difícil el acceso a gran parte de sus zonas más escarpadas.

Ello es causa de que la población se halle muy desigualmente repartida; estando los valles poblados y bien comunicados, y las zonas montañosas prácticamente deshabitadas.

B) GEOGRAFIA

Tal como acabamos de decir, la hoja de Cuevas de Vinromá comprende un país esencialmente montañoso.

En síntesis está constituido por una serie de alineaciones en dirección NE., separadas entre sí por valles relativamente estrechos.

La más oriental de las alineaciones a que nos referimos ocupa la zona este de la Hoja, a levante de Villanueva de Alcolea y Cuevas de Vinromá. Se trata en realidad de una serie de cerros de elevación media, que dan ori-

gen a un área ondulada, pero no extraordinariamente quebrada. El punto más alto de esta alineación lo constituye el vértice Subarrá, con 502 metros.

A poniente de esta alineación, y ocupando toda la parte central de la Hoja, se encuentra la importante cadena montañosa de la Sierra Engarcerán. Se extiende también de SO. a NE., y el relieve es mucho más abrupto en la parte septentrional.

Tres collados, el de Vall d'Alba, el de la aldea de Sierra Engarcerán y el de la Serratella, atraviesan esta alineación montañosa y facilitan el acceso a las partes internas de la misma.

El punto más alto de la Sierra Engarcerán, dentro de la zona estudiada, es el vértice Zaragoza, con 1.078 metros sobre el nivel del mar.

Al oeste de la Sierra Engarcerán, y separada de la misma por el estrecho valle de la Rambla Carbonera, se encuentra la Sierra de Esparraguera.

Análogamente a la anterior se extiende esta sierra de SO. a NE., y también su relieve es mucho más abrupto en la parte septentrional del área estudiada.

El punto más alto de la Sierra Esparraguera es el vértice del mismo nombre, con 1.082 metros de altitud.

Otro estrecho valle limita hacia el oeste la Sierra Esparraguera, y a poniente del mismo se encuentra el importante macizo montañoso de la Sierra Ensegueres, de cuyo macizo solamente la parte oriental corresponde a la zona que ahora estudiamos.

La altitud de esta Sierra Ensegueres es menor que la de los últimos macizos que acabamos de citar, pero su suelo, en cambio, es extraordinariamente quebrado, especialmente en los grandes tajos que en la misma ha excavado el río Monleón.

Como acabamos de decir, el punto más alto de la Sierra de Esparraguera (y de la zona que ahora estudiamos) es el vértice Esparraguera, con 1.082 metros.

El punto más deprimido lo constituye exactamente la esquina sureste de la Hoja, con solamente 60 metros de altura.

Existe, por tanto, una diferencia de más de mil metros de cota relativa entre los puntos más bajo y más alto de la Hoja de Cuevas de Vinromá; ello da idea del carácter abrupto de su relieve.

C) HIDROGRAFIA

Prácticamente no se encuentran en el interior de la zona que estudiamos verdaderos ríos dignos de tal denominación.

Los cursos de agua que hemos encontrado consisten esencialmente en arroyos de caudal irregular y prácticamente secos durante el estiaje.

Únicamente, en la parte occidental de la Hoja, el río Monleón conserva generalmente un débil caudal en estiaje; este caudal, sin embargo, se pierde en los aluviones de la rambla de Carbonera (o de la Viuda), aguas abajo de la confluencia del arroyo Monleón con dicha rambla.

El resto de los cursos de agua son, como hemos dicho, arroyos y torrentes, que descienden de las zonas montañosas y que únicamente llevan caudal en las épocas de lluvia.

Mención aparte merece la gran rambla de Carbonera, que atraviesa la Hoja de N. a S. Su cauce es de gran tamaño y, tal como puede verse en las adjuntas fotografías, está materialmente cubierto por depósitos de cantos rodados.

El caudal de la rambla es prácticamente nulo, pero en las épocas de grandes lluvias aumenta muy rápidamente y llega a desbordarse con frecuencia, inundando las zonas ribereñas. Incluso en una riada reciente ha llegado a destruir algunos de los puentes que la atravesaban.

D) CLIMATOLOGIA

El clima de la zona estudiada viene definido por las características geográficas que acabamos de reseñar.

Las zonas bajas son cálidas en verano y de temperatura suave en invierno, aunque se producen esporádicas heladas que impiden el cultivo de agrios.

Las zonas altas son frías e incluso en las cotas superiores a 800 metros son muy frecuentes las nevadas invernales.

La proximidad al Mediterráneo dulcifica, sin embargo, el clima de la zona en contraste con el país que se extiende más al oeste.

El aire de levante es en general húmedo y cálido; el de poniente, por el contrario, es seco; frío en invierno y caluroso en verano.

E) AGRONOMIA

Vienen definidos los cultivos del país, tanto por sus características climáticas como por su orografía y naturaleza de suelo.

Las áreas montañosas, de difícil acceso, suelo en general rocoso, y clima frío, no están cultivadas, con excepción de pequeños valles internos, como los de Sierra Engarcerán y Serratella.

En estas áreas montañosas predominan los pinares, aunque muy castigados por su excesiva explotación. Tal es el caso especialmente de la Sierra Esparraguera, prácticamente desprovista de bosques.

En las partes bajas y en los valles se encuentran cultivos, preferentemente de secano.

Predominan entre ellos los cereales, viña y olivos. En las áreas más bajas y cálidas se encuentran también algarrobos.

En las zonas próximas a los núcleos habitados existen también pequeños cultivos de regadío, utilizando el agua de los arroyos y manantiales. Entre estos cultivos son los más frecuentes las plantas forrajeras, las hortalizas y los frutales.

F) NUCLEOS DE POBLACION E INDUSTRIAS

La población de la zona estudiada se encuentra, como hemos dicho, muy desigualmente repartida.

Los núcleos de población están situados en los valles, en los que se encuentran las zonas cultivadas, y por los que discurren las vías de comunicación.

Son los más importantes centros habitados los pueblos de Cuevas de Vinromá, Villanueva de Alcolea, Torre de Endomenech, Benlloch, Serratella, Sierra Engarcerán, Vall d'Alba, Torre de Embesora y Adzaneta. Todos ellos son núcleos rurales, cuya población se dedica esencialmente a la agricultura y al comercio local. Las condiciones de trabajo más atractivas en la zona costera, tanto a causa del desarrollo de la industria y el turismo, como de los cultivos de agrios en regadío, está produciendo una paulatina despoblación de estas zonas del interior a causa de la emigración de sus habitantes.

Las industrias del área que nos ocupa son esencialmente de carácter

local, y en relación con el aprovechamiento de los productos agrícolas y de la madera.

Existen también industrias locales de alfarería y cerámica, en las que se benefician las arcillas y arenas del Wealdense; pero estas industrias no tienen aquí la importancia que llegan a alcanzar en el país situado más al oeste.

G) COMUNICACIONES

La Hoja de Cuevas de Vinromá posee buenas vías de comunicación, que facilitan el acceso a la mayor parte de sus zonas, excepción hecha de las áreas montañosas, cuyo acceso, como ya hemos dicho, es casi siempre difícil.

En el mapa adjunto aparecen señaladas las carreteras que atraviesan la zona, por lo que no consideramos necesario insistir en su enumeración detallada. Bástenos decir que en la época de nuestra visita se encontraban en general en buen estado de conservación, con excepción de las que penetran al interior de la Sierra Engarcerán.

La parte interna de esta sierra puede estudiarse, a pie, por el sendero que de Sierra Engarcerán conduce a Serratella, así como por los dos caminos que, desde estos dos pueblos, descienden hacia el oeste, al valle de la Rambla Carbonera.

Desde la carretera que, de sur a norte, atraviesa longitudinalmente este valle, parten hacia el este pequeños caminos que, aunque no penetran al interior de la sierra, facilitan al menos el acceso a su vertiente occidental.

La Sierra Esparraguera puede asimismo alcanzarse desde los senderos que ascienden a la misma a partir de las dos carreteras que flanquean la estructura. Ninguno de estos senderos puede ser utilizado por vehículos.

III

ESTRATIGRAFIA

A) GENERALIDADES

El estudio de la estratigrafía de la zona comprendida en el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá presenta no pocas dificultades a causa del carácter frecuentemente azoico de las series mesozoicas, de la analogía de facies en formaciones de edad y significación diferentes e incluso de la imposibilidad de acceso a determinados afloramientos por causa de las condiciones topográficas del país.

En las páginas siguientes describiremos la serie estratigráfica que se presenta en la región que estamos estudiando.

Los términos inferiores de esta serie no llegan a aflorar en el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá, por lo que su descripción habrá de basarse en la facies y características con que se presentan en el área circundante. Estas extrapolaciones entrañan un indudable riesgo, que, en el caso que nos ocupa, no es muy acentuado, tanto a causa de la constancia de las formaciones a que afecta como de su potencia y homogeneidad.

B) PALEOZOICO

Ya en el estudio de la hoja de Alcalá de Chisvert nos referimos a los afloramientos paleozoicos que se encuentran, inmediatamente al sur del área que ahora estudiamos, en las zonas de Borriol y Villafamés.

Están constituidos por bancos de grawacas que alternan con pizarras

arcillo-margosas, de tonos oscuros, azulados o verdosos. Se incluyen en la formación potentes bancos de areniscas duras, de grano grueso, y bancos detríticos y conglomeráticos, correspondiendo a depósitos de facies litoral. Incluso se encuentran alternancias de series continentales, con intercalaciones carbonosas y restos vegetales.

La falta de estudios más detallados impide precisar sobre la determinación exacta de estas formaciones paleozoicas. Para el profesor Lotze corresponderían al Devoniano Superior o al Culm, y asimismo los autores de la hoja de Villafamés describen, al norte de Benicasim, afloramientos paleozoicos en facies análoga que atribuyen al Carbonífero.

En cualquier caso es evidente que en el substratum de la región se encuentran sedimentos paleozoicos, quizá del Devoniano o Carbonífero, en facies litoral y lacustre.

Bajo ellos yacen los potentes depósitos metamórficos del Cambriano y Siluriano.

C) TRIASICO

Aunque en el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá sólo hemos podido observar un afloramiento de Trías, es indudable que los depósitos triásicos se encuentran en el substratum de toda el área considerada.

En el estudio de la hoja de Sagunto tuvimos ocasión de examinar detenidamente la composición, espesor y facies del Trías de esta región, y, en consecuencia, creemos útil sintetizar aquí algunos de los conceptos entonces expuestos.

Se presenta el Trías de la región con facies germánica típica e incluso con mayor analogía al Trías germánico que en otros puntos de la Península.

El Buntsandstein adquiere gran importancia y desarrollo en la base de la formación. En la región de Chelva y en el área de Sinarcas, midió Brinkmann sendos cortes del Buntsandstein, al que atribuye, respectivamente, 355 y 325 metros de espesor visto.

En el área del Garbi, al norte de Sagunto, hemos medido nosotros el siguiente corte de la formación:

	Espesor
1. Muschelkalk.	
2. Arcillas abigarradas, rojas, verdes, ocre y grises, en bancos pizarreños compactos	30 m.
3. Arcillas rojas, en ocasiones sabulosas, con alternancias de bancos de areniscas micáceas, poco consistentes	100 m.
4. Arenisca de construcción dura, en bancos gruesos, de tonos rojos y violáceos. En el tercio inferior, bancos duros y blanquecinos, de arenisca compacta. Débiles bancos intercalados de arcillas sabulosas, rojizas	160 m.
5. Arcillas rojas con intercalaciones frecuentes de arenisca micácea rojo oscuro, poco consistentes	80 m.
TOTAL ESPESOR VISTO	
	370 m.

No llega a aflorar la base de la formación, pero puede admitirse que la potencia total del Buntsandstein en esta zona es por lo menos del orden de los 400 metros.

En cuanto al Muschelkalk, en el estudio de la hoja de Sagunto vimos que estaba constituido por unos 80 metros de dolomías oscuras y calizas dolomíticas, que alternan con calizas o margas nodulares, fosilíferas.

Entre las especies halladas por nosotros en las margas del Muschelkalk de la zona de Serra, al norte de Sagunto, se encuentran las siguientes:

Anodontophora aff. *fassaensis*, Wiss.

Aviculata bronni, Alb.

Anodonta aff. *fassaensis*, Wiss.

Mytilus aduliformis, Schlot.

Nicula goldfussi, Alb.

Myophoria vulgaris, Schlot.

Myophoria sublaevis, Schmidt.

Myophoria laevigata, Alb.

Gervillia mytiloides, Schlot, etc.

Un problema interesante, en el Muschelkalk de la región, es la determinación de la presencia del llamado "nivel rojo intermedio".

Se trata de una intercalación detrítica, de arcillas, areniscas y conglomerados rojos, entre las calizas dolomíticas del Muschelkalk.

Ya Dereims, en 1898, llamó la atención sobre la presencia, en la Ibérica, de este tramo rojo intermedio.

Posteriormente, en 1911, Wurts, en la misma región, observó la existencia del tramo rojo intermedio, y, en consecuencia, dividió el Muschelkalk en tres tramos sucesivos.

Sin embargo, en 1928, Lotze discute esta cuestión y afirma rotundamente que el tramo rojo no existe, y que, en realidad, corresponde al Buntsandstein, apareciendo intercalado en el Muschelkalk a causa de una duplicación tectónica.

Este mismo criterio fue sostenido por Brinkmann e incluso por nosotros mismos en gran parte de nuestros estudios geológicos en la región.

Sin embargo, observaciones geológicas recientes en la provincia de Tarragona demuestran, sin lugar a dudas, la presencia del nivel rojo intermedio, y en el estudio que acabamos de efectuar de la hoja de Chelva hemos podido apreciar también su existencia.

Asimismo describe el nivel rojo intermedio D. Rambaud, en sus estudios geológicos al noroeste de Chelva.

En cuanto al Keuper, su desarrollo en la Ibérica es inferior al que alcanza en el país situado más al sur.

En la hoja de Sagunto el Keuper está constituido por unos 100 metros de arcillas abigarradas, saliníferas y yesíferas, que alternan con potentes bancos de yesos y presentan intercalaciones delgadas de areniscas micáceas, ferruginosas, y débiles bancos dolomíticos.

Corona la serie triásica el conjunto calizo-dolomítico que denominamos Suprakeuper, y que, como ya ha sido discutido en otros lugares, comprende no sólo la parte superior de la serie triásica, sino también la base del Lías, y concretamente la mayor parte del Rético.

En el área que estamos estudiando, la potencia del Suprakeuper es del orden de los 100 a 200 metros. Está constituido por una base de carñiolas, corroidas y ferruginosas, sobre las que yacen dolomías oscuras, también ferruginosas, y calizas dolomíticas, ligeramente más claras y, en general, bien estratificadas.

Siguen a continuación calizas en gruesos bancos, azoicas, y sobre ellas bancos estratificados de calizas con crinoides correspondientes ya al Lías Inferior.

El único afloramiento triásico que hemos observado en el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá se encuentra al este del P. K. 8 de la carretera que desde Adzaneta se dirige hacia el norte hasta el límite septentrional de la Hoja.

Está constituido por masas de arcillas yesíferas, rojizas, que incluyen bancos de yesos, los cuales son explotados en pequeñas canteras.

La vegetación y los derrubios impiden precisar con exactitud los contactos, pero es indudable el carácter extrusivo del asomo.

Sobre las arcillas yesíferas, aunque en contacto mecánico con las mismas, yacen carñiolas oscuras, y sobre ellas dolomías y calizas, también oscuras y fuertemente dolomitizadas.

Una zona de fractura separa estos niveles de otros con calizas tableadas, negras, que verosímilmente corresponden ya a términos muy superiores de la serie jurásica. No nos ha sido posible, en consecuencia, observar la transición del Suprakeuper al Lías, ni la continuación, en vertical, del desarrollo de la serie liásica.

D) LIASICO

No hemos podido observar ningún afloramiento claramente atribuible al Lías en el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá. Quizá pudieran corresponder ya a este piso unos niveles de calizas dolomíticas, azoicas, que se encuentran en las proximidades del asomo de Keuper que acabamos de describir, y asimismo podrían ser de edad liásica las capas más bajas, también absolutamente azoicas, que asoman en la vertiente oriental de la gran mancha jurásica de la Sierra Esparraguera. Sin embargo, en ambos casos, la ausencia de macro y microfósiles, y la situación de los afloramientos en zonas de fractura, no permite aventurar la determinación de las series, por lo que no hemos representado estos asomos como liásicos en el mapa adjunto.

No vemos, sin embargo, razones de peso que se opongan a la presencia del Lías en el substratum de la zona que estudiamos.

En el estudio de la hoja de Sagunto, al sur del área que ahora consideramos, pudimos observar diferentes afloramientos del Lías, cuya composición, con una potencia total de 200 a 300 metros, era la siguiente, expresada a grandes rasgos:

- a) Calizas en masas, con facies arrecifal o litoral, correspondientes al Rético y Hetangiense.
- b) Calizas margosas tableadas, que pudieran representar el Sinemu-riense.
- c) Margas amarillas, con intercalaciones de arenisca y caliza arenosa, y fauna del Charmutiense y Toarciense.
- d) Calizas margosas y calizas francas, con fósiles del Toarciense.

Es verosímil que el Lías, con facies y potencia relativamente análogas a las descritas, se prolongue hacia el norte, en el substratum de la Hoja de Cuevas de Vinromá.

E) JURASICO

De acuerdo con la información que poseemos, no existían antecedentes en cuanto a la presencia de afloramientos jurásicos en el interior de la zona estudiada. Es posible, por ello, que las series jurásicas que hemos observado aparezcan aquí descritas por primera vez.

Aunque los afloramientos no representan la serie jurásica completa, y están además casi siempre interrumpidos por fracturas, su homogeneidad y frecuencia hacen que no nos quede duda en cuanto a la presencia, al menos del Jurásico Superior, en todo el substratum de la Hoja de Cuevas de Vinromá.

1. Dogger.

En la zona oriental y meridional de la Ibérica, que hemos recorrido en las últimas campañas, los afloramientos del Dogger se presentan de forma irregular y discontinua, por lo que no nos es posible todavía poseer datos suficientes para intentar una síntesis paleogeográfica de la distribución y facies del Dogger en la región.

Los datos que conocemos, referentes a las áreas de Sagunto, Buñol y Chelva, entre otras, nos indican la presencia de un Dogger poco potente (de unos 100 metros de espesor) predominantemente margoso y con intercalaciones de arcillas, en facies ya relativamente profunda, y muy fosilíferas.

En el flanco sur-oriental de la Sierra de Esparraguera, y después de una zona de fractura en que quizá, como hemos dicho, lleguen a aflorar retazos de Lías, se encuentran los términos más bajos de la serie jurásica.

Se trata de un espesor de unos 150 metros de calizas oscuras, densas, tableadas, con escasísima fauna.

Hemos recogido en ellas fragmentos de belemnites e impresiones de ammonites, inclasificables todos ellos, pero que, de acuerdo con las determinaciones del Laboratorio del Instituto Geológico, deben corresponder, con gran probabilidad, al Bajociense.

La dificultad de acceso a este paraje nos ha impedido repetir en el mismo nuevos cortes detallados, pero es muy probable que una investiga-

ción más minuciosa permita encontrar ejemplares clasificables de macrofauna en la serie, ya que ésta no es absolutamente azoica.

Un análisis microscópico de tres muestras, tomadas respectivamente en la parte inferior, media y superior del corte, arroja el siguiente resultado:

Número 1.—Caliza microcristalina gris parda.

Matriz calizo-margosa muy fina, con frecuentes restos de

Equinodermos.

Radiolarios.

Ostrácodos.

Protoglobigerina ?

Número 2.—Caliza microcristalina, rojiza.

Matriz caliza, totalmente recristalizada en granos finos, con tendencia a la forma romboédrica. Sin restos fósiles.

Número 3.—Caliza recristalizada, pardo-castaña.

Matriz caliza, con nódulos margosos. Contiene restos abundantes de

Equinodermos.

Lamelibranchios.

Valvulínidos.

Ostrácodos.

Lagénidos.

Miliólidos, etc.

El carácter escasamente representativo de la microfauna impide precisar en su clasificación, pero dada la posición de esta serie y la determinación, aunque dudosa, de la macrofauna encontrada, parece oportuno situarla, aunque sea provisionalmente, en el Dogger.

2. Malm.

El Jurásico Superior aflora en diferentes puntos de la Hoja de Cuevas de Vinromá, y se presenta con notable homogeneidad y potencia, aunque no bien datado paleontológicamente.

Sólo nos ha sido posible determinar con exactitud la parte alta del Jurásico Superior; por ello, en el mapa adjunto se subdivide el Malm en dos únicos tramos, correspondiendo el más alto al Kimeridgiense-Portlandés, y el más bajo al resto del Malm.

Una somera descripción de los más importantes afloramientos contri-

buirá, mejor que otras consideraciones, al conocimiento del Jurásico Superior en la zona que estamos estudiando.

El asomo más importante del Jurásico se encuentra en la Sierra Esparraguera y en su prolongación hacia el SO., hasta el límite sur-occidental de la Hoja.

La carretera que desde Vall d'Alba conduce a Adzaneta atraviesa, entre los P. K. 27 y 29, la parte alta de la serie jurásica, y proporciona un excelente corte de la formación.

En primer lugar se atraviesan los términos inferiores de la serie cretácea, que serán descritos más adelante, y seguidamente un área de fractura elimina las formaciones en facies wealdense, y posiblemente un fragmento del Jurásico Superior.

A continuación de la zona de fractura aparecen calizas dolomíticas, recristalizadas y azoicas, y debajo de ellas la sucesión siguiente:

- a) Calizas microcristalinas, gris pardo, matriz margoso-caliza muy fina, con escasos restos de
Ostrácodos.
Equinodermos.
Posiblemente Portlandés.
- b) Caliza margosa, pardo-gris, con matriz recristalizada, en granos finos y sin fósiles.
- c) Caliza recristalizada, pardo gris clara. Matriz caliza fina, con gran cantidad de restos orgánicos:
Lamelibranchios.
Braquiópodos.
Melobesias.
Equinodermos.
Acicularia.
Ostrácodos.
Valvulínidos.
Miliólidos.
Celentéreos.
Boueina, etc.
Portlandés.
- d) Caliza recristalizada, pardo clara, matriz caliza, con gran cantidad de restos:

Teutloporella obsoleta.
Clypeina jurassica.
Valvulínidos.
Miliólidos.
Pseudocyclammia lituus.
Munieria baconica.
Nodophthalmidium jurassicum.
Trocholina.
Valvulinella jurassica.

Portlandés.

- e) Caliza dolomítica rojiza. Matriz recristalizada y alterada, sin restos fósiles.
- f) Caliza oolítica, con gran cantidad de oolitos, cuyo núcleo suele ser orgánico:
Lamelibranchios.
Braquiópodos.
Trocholina.
Miliólidos.
Clypeina jurassica.
Salpingoporella.
Nautiloculina.
Munieria.
Globochaete.
Cayeuxia.
Clypeina parvula.
Portlandés-Kimeridgense.
- g) Caliza dolomítica, castaño-rojiza, con matriz recristalizada en granos romboédricos finos, con frecuentes manchas arcillosas difusas. Sin restos clasificables.
- h) Caliza microcristalina, pardo-gris, fétida. Matriz margoso-caliza muy fina, con algunos restos menudos, entre ellos piezas de crinoides y de ofiúridos.

Una nueva zona de fractura, recubierta por derrubios, impide apreciar la continuidad de la serie.

Únicamente aflora, como hemos visto, la parte alta de la serie jurásica,

en la que aparecen datados el Portlandés y, posiblemente, el Kimeridgense Superior.

El espesor total del tramo estudiado es del orden de 80 metros.

Más al norte aflora de nuevo la serie jurásica en la parte alta de la Sierra Esparraguera.

En la vertiente oriental del vértice Marrón Blanco asoma una importante sucesión jurásica, con un espesor del orden de los 250 metros.

En la base aparecen las calizas, que ya hemos descrito como pertenecientes, probablemente, al Dogger.

A continuación se encuentran calizas tableadas, oscuras y fétidas, azoicas, que alternan con tramos de calizas margosas.

Un análisis microscópico de estas calizas arroja el siguiente resultado:

Matriz calizo-margosa, muy fina, con escasos restos; esquirlas de moluscos y fragmentos de

Crinoides.

Ostrácodos.

Valvulínidos.

Ammodiscus.

Saccocoma.

Jurásico Superior indeterminado.

Sobre esta serie, con matriz caliza fina, yacen calizas cristalinas, bien estratificadas, oscuras, que, observadas al microscopio, contienen:

Valvulínidos.

Equinodermos.

Pseudocyclammia lituus.

Pseudocyclammia personata.

Ophthalmídeos.

Esta asociación podría corresponder al Sequanense-Kimeridgense.

Siguen calizas recristalizadas finas, pardo-ocre, con muchas fracturas.

La matriz es caliza muy fina, con nódulos pseudo-oolíticos y restos orgánicos. Contienen:

Trocholma.

Miliólidos.

Valvulínidos.

Macroporella.

Salpingoporella.

Clypeina jurassica.

Pseudocyclammia lituus.

Nautiloculina.

Esta asociación corresponde ya, con toda probabilidad, al Kimeridgense.

Siguen calizas cristalinas, algo dolomitizadas, estériles, y sobre ellas calizas margosas, también sin macro o microfauna clasificable.

Sobre ellas se encuentran calizas recristalizadas, pardo oscuras, con matriz caliza, llena de pequeños nódulos margosos y restos abundantes. Entre ellos:

Equinodermos.

Lamelibranquios.

Valvulínidos.

Ostrácodos.

Lagénidos.

Miliólidos, etc.

Siguen calizas recristalizadas, pardo-gris, oscuras, con matriz margosa-caliza, con pequeños nódulos margosos y algunos oolitos. Contienen:

Crinoides.

Moluscos.

Ostrácodos.

Valvulínidos.

Lagénidos.

Saccocoma.

Globochaete.

Ammodiscus.

Asociación que puede corresponder ya al Portlandés.

Siguen nuevas calizas cristalinas, bien estratificadas, estériles, y sobre ellas calizas recristalizadas gris claro, con matriz caliza llena de granos romboédricos finos y fragmentos de

Equinodermos.

Lamelibranquios.

Ostrácodos.

Lituólidos.

Finalmente, coronan la serie calizas grises y pardas, de tonos claros, con algunas secciones de lamelibranquios visibles en superficie.

Al microscopio se observa matriz caliza, con nódulos margosos y restos de

Equinodermos.
Lamelibránquios.
Teutloporella.
Nodophthalmidium jurassicum.
Lithoporella.
Macroporella.
Briozoos.
Trocholina.
Valvulínidos.

Asociación característica del Portlandés.

En el borde occidental de la Hoja, las carreteras que de Adzaneta parten hacia el sur, oeste y noroeste atraviesan sendos asomos jurásicos.

A poniente de la más meridional asoma una sucesión de calizas jurásicas con buzamiento hacia el NE., de tal modo que hacia el SO. van apareciendo niveles sucesivamente más bajos.

La serie presenta una facies y desarrollo muy semejantes a los del corte que acabamos de describir.

El estudio microscópico de una sucesión de muestras, tomadas de arriba hacia abajo (es decir, de NE. a SO.), arroja el siguiente resultado:

1. Caliza recristalizada, ocre. Matriz caliza, casi hialina, con muchos pequeños nódulos margosos. Fragmentos de
Equinodermos.
Lamelibránquios.
Serpúidos.
Ophthalmíidos.
2. Caliza recristalizada, brechoide, pardo-blanquecina. Matriz caliza hialina, con granos romboédricos finos. Fragmentos de
Equinodermos.
Lamelibránquios.
Teutloporella.
Ostrácodos.
Lituólidos.

3. Caliza recristalizada, brechoide, ocre, blanquecina. Matriz caliza de grano fino, con restos borrados por la recristalización, entre los que pueden reconocerse fragmentos de
Equinodermos.
Lamelibránquios.
Lithoporella.
4. Caliza dolomítica, rojiza. Matriz caliza alterada, con pequeñísimos grumos de arcilla y sin fósiles clasificables.
5. Caliza recristalizada pardo-ocre, con matriz caliza que contiene nódulos margosos y pequeños restos de
Equinodermos.
Lamelibránquios.
Lithoporella.
Macroporella.
Miliólidos.
Ostrácodos.

Calizas en facies absolutamente análoga a la de los términos superiores de la serie descrita afloran, como hemos dicho, inmediatamente al oeste y al NO. de Adzaneta.

Ligeramente al norte, y ya en la vertiente sur-oriental de la Sierra de Engaures, afloran, bajo las formaciones en facies wealdense, calizas oscuras, en las que, al microscopio, se observan restos de

Ofiúridos.
Valvulínidos.
Ostrácodos.

Aunque la microfauna no es determinativa, deben asimismo corresponder estas calizas, dada su situación, a la parte alta del Malm.

Los afloramientos jurásicos de la Sierra Engarcerán son mucho menos extensos que los que acabamos de describir.

Aparecen, tan como se observa en el mapa adjunto, asomos de calizas jurásicas alineadas a lo largo de zonas de fractura.

El más importante de ellos se encuentra al norte del valle del poblado de Sierra de Engarcerán, ocupando el Collado de Morell.

Debajo de las arcillas wealdenses aparecen calizas grises, cristalinas, azoicas, y bajo ellas calizas microcristalinas, que al microscopio presentan fragmentos de

Crinoides.
Moluscos.
Ostrácodos.
Valvulínidos.
Ammodiscus.
Nautiloculina.
Lagénidos.

Fauna que nos indica el Portlandés.

Debajo de esta formación aparecen calizas cristalinas francas, de tonos claros, con fragmentos de

Salpingoporella.
Nautiloculina.
Pseudocyclammina.
Valvulínidos.
Lagénidos.

Fauna asimismo del Portlandés.

A continuación, y descendiendo en la serie, se encuentran calizas gris claro, de fractura blanquecina, microcristalina, con impresiones y fragmentos inclasificables de

Terebratula sp.

Y, finalmente, las capas más bajas observadas en este corte están constituidas por calizas margosas, gris pardo, con frecuentes restos de

Equinodermos.
Radiolarios.
Ostrácodos.
Protoglobigerina.

Asociación que parece corresponder ya al Kimeridgense.

Por último, la carretera de Serratella atraviesa, entre los P. K. 10 y 11, un afloramiento jurásico en el que aparecen calizas recristalizadas, brechoioides, de tonos gris-pardo, y que contienen:

Lamelibranquios.
Equinodermos.
Briozoos.

Valvulínidos.
Gasterópodos.
Clypeina.
Macroporella.
Pseudocyclammina lituus.
Trocholina.
Teutloporella.

Microfauna que permite la atribución del afloramiento al Portlandés.

F) CRETACEO

1. La facies wealdense.

Los sedimentos de la base del Cretáceo, en facies wealdense, se encuentran en el interior de la zona estudiada, pero adquieren mucha mayor extensión y desarrollo en el país que se extiende al oeste y noroeste de la misma.

En primer lugar, llamamos la atención sobre el hecho de que los sedimentos que en España llamamos wealdenses no coinciden en facies, ni tampoco exactamente en edad, con las conocidas series del Weald, a las que se debe su denominación. Ello ha causado extrañeza en alguno de los autores extranjeros que últimamente han visitado nuestro país; pero tratándose de una denominación muy extendida, y que en cierto modo tiene una significación estratigráfica, creemos que es útil conservarla, aun con la salvedad antes apuntada.

En síntesis, conoceríamos como wealdenses las formaciones de facies fluviolacustre y salobre, con débiles intercalaciones marinas someras, que se extienden desde el Jurásico Superior hasta el Urgoaptense.

Sin embargo, la primera dificultad que se presenta es que los sedimentos wealdenses alcanzan, según las regiones, alturas muy diferentes dentro de la columna estratigráfica.

Así, en diversos lugares del norte de España (parte de las provincias de Santander y Vizcaya, por ejemplo) se presentan en la facies del Wealdense casi la totalidad del Malm, y en algunos puntos incluso el Dogger Superior. La sedimentación prosigue con características muy semejantes hasta el Aptense.

En algunas zonas de la provincia de Teruel se produce el mismo fenómeno, aunque con caracteres menos acentuados, y se presentan con facies wealdense sedimentos que por su edad corresponden al Jurásico Superior.

En cuanto al techo de la formación, es frecuente que correspondan al Wealdense depósitos de edad aptense, e incluso, en algunos lugares, la facies wealdense continúa a lo largo de todo el Aptense, hasta enlazar con la facies de Utrillas (de características litológicas muy semejantes), prácticamente sin solución de continuidad.

Más adelante nos referiremos de nuevo a esta interesante cuestión.

De lo que antecede se deduce que el Wealdense no puede considerarse como un piso, sino más bien como una facies, cuya extensión vertical es variable en función de las características paleogeográficas de la región en que se presenta.

En otros estudios geológicos llevados a cabo en la Ibérica y en el Prebético nos hemos referido ya a este problema de la facies wealdense, y hemos descrito las características con que se presenta en las zonas estudiadas. Para su consulta nos remitimos a las hojas geológicas que hemos publicado sobre ambas regiones.

En la zona que ahora estudiamos el Wealdense se presenta con notable extensión y desarrollo, aunque ambos son menores, como hemos dicho, que en el país situado al oeste y noroeste del que ahora nos ocupa.

Así, en la zona de Mirambel, C. Hahne describe unos 80 metros de areniscas, calizas y margas verdosas.

En Morella, el mismo autor describe unos 120 metros de alternancias de arcillas, margas, areniscas y calizas arenosas.

Entre Chulilla y Losa del Obispo, en el norte de Valencia, Brinkmann cita un corte del Wealdense con unos 250 metros de arenas abigarradas, margas, areniscas, gredas arenosas y alternancias de calizas arenosas y arcillas.

Al NO. de Chelva, también en el norte de Valencia, D. Rambaud describe en el Wealdense unos 180 metros de arcillas y margas rojas, arcillas coloreadas, areniscas, arenas y margas amarillas, etc., con dos intercalaciones marinas de calizas fosilíferas. En nuestros estudios en la hoja de Chelva pudimos comprobar este corte.

En conjunto, por lo tanto, vemos que tanto el espesor como las características litológicas de esta facies son variables, como corresponde a su tipo de sedimentación.

En el mapa adjunto puede verse la distribución de los afloramientos de la facies wealdense en el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá.

En cuanto a la base de la serie wealdense, la determinación cronológica no ofrece lugar a dudas, ya que, según hemos visto, las capas más altas de la serie caliza del Jurásico Superior corresponden al Portlandés, e incluso

aparece determinada la presencia del tránsito, quizás, en la parte más alta, al Neocomiense.

No se observan indicios de emersión prolongada, y la sedimentación wealdense aparece concordante sobre estas capas. En consecuencia, los sedimentos de la base del Wealdense corresponden por su edad al Neocomiense.

En cambio, en relación con el techo de la serie, la fijación de sus límites es mucho menos claro, y debe hacerse, en términos generales, de una forma en cierto modo arbitraria y obedeciendo ya a criterios subjetivos.

En efecto, en la parte alta de la serie comienzan a aparecer episodios marinos, con fauna del Barremense y del Aptense, los cuales son a su vez seguidos de nuevas intercalaciones con facies wealdense, hasta que finalmente predominan las series marinas que, en facies margosa y arcillosa, presentan ya abundante fauna aptense.

La delimitación entre la parte alta de la facies wealdense (de edad ya aptense) y el Aptense margoso es, por tanto, una cuestión de apreciación. El criterio seguido por nosotros es de cartografiar con la denominación de Aptense a partir del punto en que las capas marinas con abundante fauna aptense son ya francamente predominantes.

Comienza el Wealdense con niveles detríticos de conglomerados y areniscas bastas, a los que siguen arcillas plásticas, ocre y grises, alternando con margas arenosas ocráceas.

Siguen de nuevo areniscas y calizas arenosas, y en estas calizas se observan ya fragmentos de lamelibranchios y ostreas que denotan su origen marino.

Hacia la parte alta de la serie se renuevan las margas y arcillas, con bancos de arenisca y caliza arenosa intercalados y episodios marinos cada vez más frecuentes.

En conjunto, el espesor del Wealdense, dentro de la zona que estudiamos, puede establecerse en el orden de 100 a 150 metros.

En el mapa adjunto se aprecia la distribución de las más importantes manchas del Cretáceo Inferior en facies wealdense en el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá.

2. Aptense.

Constituye el Aptense la más extensa y potente formación cretácea dentro de la zona que estamos estudiando.

Ya en el estudio de la hoja vecina de Alcalá de Chisvert, dijimos que el Aptense estaba constituido, esencialmente, por los elementos siguientes:

Arcillas compactas, azoicas.
 Margas ocre, ferruginosas, con frecuentes orbitolinas.
 Areniscas con orbitolina y ostrea.
 Margas arenosas fosilíferas.
 Margas arcillosas muy fosilíferas.
 Calizas con ostrea y lamelibranquios.
 Caliza de toucasia.

Estos elementos se disponen generalmente en series alternadas, cuya litología varía en función de las condiciones sucesivas de sedimentación.

Es frecuente, sin embargo, que los elementos margosos y arcillosos predominen en la parte inferior de la serie, mientras que las formaciones calizas están mejor desarrolladas y son más potentes en la parte alta de la formación.

En el área que se extiende a levante de la que ahora estudiamos, esta diferenciación era lo suficientemente constante como para permitirnos distinguir dos tramos sucesivos en el Aptense; uno inferior, margoso, y otro superior, predominantemente calizo.

En la zona que ahora estudiamos, aunque continúa el predominio de las series calizas en la parte superior del Aptense, la separación no es ya tan evidente, y por ello hemos considerado preferible agrupar con un solo símbolo a la totalidad del Aptense.

Tal como hemos dicho antes, no es sencillo establecer con exactitud el tránsito de la facies wealdense al Aptense Inferior; del mismo modo, el paso del Aptense Superior al Albense Inferior tampoco aparece claramente definido.

Ello impone restricciones en cuanto a la determinación de la potencia exacta del Aptense en la zona; no obstante, consideramos que ésta debe quedar estimada en el orden de 200 a 300 metros.

Reproducimos a continuación una serie de cortes explicativos y descripciones locales de los más importantes afloramientos aptenses en el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá.

En el extremo sur-oriental de la Hoja se encuentran importantes afloramientos aptenses, parcialmente recubiertos por depósitos lacustres recientes.

El país se presenta suavemente ondulado, por lo que no es posible establecer un corte completo de la formación.

Una sección SE.-NO., desde las capas más bajas aptenses, al sur del paraje El Saldonet, hasta el sinclinal que cruza al sur de Villanueva de Alcolea, permite establecer el siguiente corte que, advertimos, no puede considerarse como una sección completa del Aptense.

1. Arcillas arenosas en facies wealdense.
2. Areniscas silíceas con fragmentos de ostrea.
3. Calizas sabulosas, dolomitizadas, muy ferruginosas y estériles.
4. Caliza pardo-ocre, recristalizada, brechoide. Matriz caliza, con frecuentes restos de:

Lamelibránquios.
 Gasterópodos.
 Braquiópodos.
 Ophthalmídeos.
 Miliólidos.
 Valvulínidos.
Clypeina parvula.

Corresponde esta asociación probablemente a la parte inferior del Aptense.

5. Caliza dolomítica rojiza, alterada. En lámina delgada presenta matriz caliza, recristalizada en granos romboédricos y con arcilla roja, que dibuja el contorno de estos granos y forma capas concéntricas dentro de ellos.

6. Caliza brechoide, ocre, que en lámina delgada presenta gran cantidad de restos de:

Orbitolina.
 Equinodermos.
 Briozoos.
 Acicularia.
 Lamelibranquios.
 Valvulínidos.

7. Margas nodulares, con frecuentes fragmentos de lamelibranquios y ostrea.

8. Caliza compacta, cristalina, bien estratificada en gruesos bancos. Muy abundantes restos de:

Pseudotoucasia santanderensis, Douv.
 Equínidos.
Ostrea sp.

9. Calizas recristalizadas, pardo-ocre. Sin macrofósiles, pero en lámina delgada presentan una abundante microfauna, constituida esencialmente por restos de:

Lamelibranquios.
Equinodermos.
Valvulínidos.
Cuneolina.
Miliólidos.
Coskinolina.
Spirocyclus.

Esta asociación pudiera corresponder ya al Aptense Superior y quizás al Albense.

Las capas más altas del corte están constituidas por calizas margosas, ocreas, que al microscopio contienen también abundante microfauna, y entre ellas:

Valvulínidos.
Globorotalites.
Ammodiscidos.
Ostrácodos.
Textuláridos.
Equinodermos.

Esta asociación, en la región estudiada, se extiende desde el Aptense al Cenomanense. Queda, por tanto, en pie la posibilidad de que las capas más altas del corte estudiado puedan corresponder ya al Albense. Sin embargo, ante la falta de datos paleontológicos más exactos, hemos preferido representar como Aptense, en el mapa adjunto, a la totalidad de la serie.

El espesor del Aptense, en el corte que estudiamos, puede estimarse comprendido entre los 200 y 300 metros.

Continúan las alineaciones aptenses hacia el norte, parcialmente recubiertas por sedimentos lacustres terciarios, hasta el mismo pueblo de Cuevas de Vinromá.

Los afloramientos aptenses, que aparecen aproximadamente un kilómetro al este del pueblo, están constituidos por calizas compactas, estratificadas en gruesos bancos, y de tonos grises en superficie, y ocre claro en fractura.

Examinadas al microscopio presentan frecuentes fragmentos de:

Orbitolina.
Equinodermos.
Textuláridos.
Cuneolina.
Miliólidos.

Trocholina.
Nautiloculina, etc.

La gran alineación montañosa que forma la Sierra Engarcerán, y que ocupa la parte central de la Hoja de Cuevas de Vinromá, está esencialmente constituida por calizas aptenses.

Se hallan estas calizas muy fracturadas y se disponen, tal como se aprecia en el mapa adjunto, en una serie de manchas aisladas yacentes sobre las arcillas wealdenses. A esta circunstancia se debe el que en muy pocos lugares sea posible establecer cortes completos de la serie. En algunas cresterías aflora la sucesión continua desde el Wealdense al Aptense superior, pero se trata de cortes casi verticales, en los que no es posible hacer un reconocimiento detallado sin disponer para ello de medios especiales.

En la parte meridional de la Sierra Engarcerán, y ya cerca del borde sur de la Hoja, aparece una sucesión aptense bastante completa y fácilmente accesible.

Las capas más bajas afloran en las proximidades de la carretera que desde Vall d'Alba conduce a la de Puebla de Tornesa. Están constituidas por areniscas ocreas, ferruginosas, con frecuentes restos orgánicos que alternan con margas ocreas, arcillosas.

Siguen a continuación calizas arenosas ocreas y azuladas, que están constituidas por una verdadera lumaquela de ostreas.

La totalidad de los ejemplares recogidos corresponde a la especie:

Exogyra boussingaulti.

Sobre estas capas descansan calizas cristalinas, ligeramente dolomíticas, estériles, y sobre ellas areniscas ferruginosas muy consolidadas y resistentes.

Encima se encuentran calizas cristalinas, grisáceas, con restos de:

Ostrácodos.
Equinodermos.
Radiolarios.
Globochaete.
Orbitolina.

Sobre ellas yacen calizas recristalizadas, ocreas, que al microscopio presentan gran cantidad de restos y entre ellos:

Valvulínidos.
Miliólidos.
Lamelibranquios.

Equinodermos.
Textuláridos.
Nautiloculina.
Coskinolina.
Briozoos.
Orbitolina.

Siguen finalmente calizas recristalizadas, ocre, con la microfauna que reseñamos a continuación:

Lamelibranchios.
Miliólidos.
Valvulínidos.
Ophthalmídeos.
Ostrácodos.
Valvulammina.
Nautiloculina.

Esta asociación es ya característica del Aptense y Albense, por lo que es probable que las capas de referencia correspondan ya a la parte alta de la serie aptense. Desgraciadamente, el recubrimiento terciario impide aquí ya proseguir el corte.

El flanco occidental de la Sierra Engarcerán presenta buenos afloramientos aptenses, aunque a causa de las frecuentes fracturas la serie aparece incompleta en todos ellos.

Al este de los kilómetros 22 a 24 de la Puebla de Toruesa aparecen buenas exposiciones de las calizas aptenses.

El corte, de abajo arriba, es el siguiente:

Areniscas duras, ferruginosas, con frecuentes fragmentos de lamelibranchios y ostreas.

Calizas cristalinas, sin macrofauna visible.

Gruesos bancos de calizas dolomíticas, ferruginosas, azoicas.

Calizas grises, con fragmentos de:

Pseudotoucasia santanderensis.

Calizas recristalizadas, pardo, ocre. Al microscopio se observa matriz caliza con nódulos margosos y abundantes restos de:

Ostrácodos.
Miliólidos.
Ophthalmídeos.

Calizas recristalizadas, grisáceas, con abundante microfauna, y entre ella:

Ostrácodos.
Miliólidos.
Ophthalmídeos.
Globorotálidos.
Anélidos.
Ammodiscus.

Calizas pardas, recristalizadas, con los mismos microfósiles de la muestra anterior y, además:

Equinodermos.
Macroporella.
Valvulínidos.
Lituólidos.

Estas capas constituyen el tramo más alto del corte estudiado y, por su asociación de microfauna, podrían corresponder ya al tránsito de Aptense a Albense.

Más al norte la misma carretera atraviesa, entre los P. K. 30 y 31, una extensa mancha aptense. Sobre el Wealdense yacen aquí areniscas y calizas arenosas ferruginosas, ocre, y sobre ellas calizas oolíticas, de tonos claros, que al microscopio presentan abundante microfauna con:

Orbitolina.
Equinodermos.
Espongiarios.
Miliólidos.
Glomospira.
Valvulínidos.
Ostrácodos.
Iraqúa.

Encima yacen calizas ocre y grisáceas, con restos de:

Valvulínidos.
Textuláridos.
Miliólidos.
Equinodermos.
Lamelibranchios.
Orbitolina.

Ophthalmídeos.
Globorotalites.
Glomospira.

Finalmente coronan la serie bancos de caliza recristalizada, ocre parda, que contienen la microfauna anterior y, además:

Dicyclina.
Cuneolina.
Lituólidos.

La carretera que asciende a Serratella penetra en la zona interna de la Sierra Engarcerán, en la parte norte de la zona estudiada, y permite realizar una serie de cortes del Aptense. La zona está también muy fracturada, y se repiten sucesivas escamas de Wealdense-Aptense, en las que no es posible seguir en grandes tramos la continuidad de las series estratigráficas.

Quizá el corte más completo se encuentre entre los P. K. 4 y 6 de la citada carretera.

La sucesión del Aptense es aquí, de abajo arriba, la siguiente:

- a) Wealdense con arcillas ocreas, arenas blancas caoliníferas, areniscas ferruginosas compactas.
- b) Calizas arenosas, oscuras, con frecuentes fragmentos de ostreas.
- c) Calizas margosas grises con fragmentos de ostrea y lamelibranquios, y abundante microfauna, entre la que se encuentran:

Orbitolina.
Equinodermos.
Lamelibranquios.
Boueina.
Miliólidos.
Gasterópodos.
Valvulínidos.
Acicularia.
Ophthalmídeos.

- d) Bancos potentes de caliza gris y ocre, materialmente cuajados de fragmentos de:

Pseudotoucasia santanderensis, Douv.

- e) Margas y calizas margosas con muy abundantes restos de ostreas, equínidos y lamelibranquios.

- f) Calizas recristalizadas y calizas dolomíticas, azoicas, con abundantes nódulos y vetas de caliza.

- g) Calizas recristalizadas, ocreas, con restos microscópicos de:

Lamelibranquios.
Equinodermos.
Ostrácodos.
Ophthalmídeos.
Acicularia.
Equínidos.

- h) Margas arenosas con:

Orbitolina lenticularis.

- i) Calizas compactas, que al microscopio presentan matriz calizo-margosa llena de:

Ostrácodos.
Nautiloculina.
Miliólidos.
Ophthalmídeos.
Globorotalidos.
Ammodiscus.
Anélidos.
Equinodermos, etc.

Constituyen estas capas la parte más alta visible del Aptense en el presente corte, ya que a continuación se encuentra una gran fractura, que da lugar a la aparición del Wealdense.

Más al sur, la carretera que asciende a Sierra Engarcerán penetra en el interior del macizo montañoso y atraviesa sucesivas manchas aptenses, cuya facies y disposición tectónica son análogas a las que acabamos de describir.

En las proximidades del P. K. 2 de la referida carretera afloran calizas arenosas seguidas de calizas compactas con abundantes fragmentos de ostrea y toucasia.

Siguen calizas ferruginosas, dolomíticas, y sobre ellas calizas margosas, estériles, que al microscopio presentan restos de:

Valvulínidos.

A continuación se encuentran calizas brechoides, oolíticas, blanquecinas, con restos, al microscopio, de:

Orbitolina.
Lamelibranchios.
Valvulinidos.
Pseudocyclammia lituus.
Briozoos.
Miliólidos.
Iraquia.

A continuación siguen calizas recristalizadas, pardo ocre, con abundante microfauna de:

Miliólidos.
Valvulinidos.
Ophthalmídeos.
Lamelibranchios.
Espículas de equínidos.
Glomospirella.

Como puede apreciarse, la facies y constitución del Aptense, en toda esta parte central del área estudiada, es en general muy homogénea.

Más al oeste vuelve a aflorar con continuidad el Aptense en todo el flanco oriental de la Sierra Esparraguera.

Puede estudiarse la formación en las trincheras de la carretera que desde la de Puebla de Toruesa conduce a Adzaneta.

Sin embargo, la serie no está aquí completa a causa de las múltiples fracturas que la afectan.

Sobre el Wealdense yacen, como en los cortes anteriores, margas y calizas arenosas con muy frecuentes fragmentos de ostreas y lamelibranchios.

Siguen a continuación calizas compactas con matriz caliza muy fina, en la que al microscopio se aprecian restos de:

Ofiúridos.
Valvulinidos.
Equinodermos.
Ostrácodos, etc.

Sobre ellas descansan calizas cristalinas con gran cantidad de microfauna, entre la que se encuentra:

Ophthalmídeos.
Miliólidos.
Ostrácodos.

Lamelibranchios.
Equínidos.

Una fractura impide apreciar la continuidad de la serie, y a poniente de la fractura aparecen capas más altas que, como veremos más adelante, atribuímos ya al Albense.

Debajo de estas formaciones afloran calizas brechoides, microcristalinas, con frecuentes restos de:

Equinodermos.
Lamelibranchios.
Braquiópodos.
Algas.
Ostrácodos.
Valvulinidos.
Miliólidos.
Lituólidos.

Bajo estas capas yacen calizas pardas, recristalizadas, con nódulos redondeados, pseudo-oolíticos, cuyo núcleo suele ser orgánico. Contienen:

Equinodermos.
Miliólidos.
Orbitolina.
Melobesias.
Lamelibranchios.
Gasterópodos.
Lagénidos.
Coskinolina.

Siguen a estas calizas, en sentido descendente, nuevas calizas brechoides, con muy abundantes orbitolinas.

Examinadas al microscopio se observa en ellas restos de:

Orbitolina conoidea.
Equinodermos.
Melobesias.
Lamelibranchios.
Lituólidos.

Corresponden todas estas calizas, en virtud de la asociación de microfauna que presentan, al Aptense Inferior.

Una gran fractura longitudinal pone en contacto esta serie con el Jurásico, quedando laminados la parte baja del Aptense y el Wealdense.

Más al norte, la serie aptense continúa con características muy semejantes.

Una gran fractura longitudinal divide la Sierra Esparraguera en dos bloques, de los que el más oriental aparece hundido en relación con el otro. En este bloque hundido aflora principalmente el Wealdense, coronado por las calizas aptenses en facies y litología análogas a las que acabamos de describir. En el bloque occidental aflora el Jurásico en casi toda su extensión, y únicamente sobre él yacen casquetes aislados de Wealdense y Aptense.

A poniente de la Sierra Esparraguera se encuentra la Sierra Ensegures, cuya parte sur-occidental corresponde ya a la Hoja de Cuevas de Vinromá.

En esta Sierra de Ensegures el Aptense se presenta con notable extensión y facies y desarrollo muy semejantes a los descritos.

Al oeste de los puntos kilométricos 7 y 8 de la carretera que parte de Adzaneta hacia el límite septentrional de la Hoja, y concretamente en el paraje Tosal de Roquis, yace sobre el Wealdense una importante serie aptense, en la que se distinguen areniscas y calizas arenosas en la base seguidas de calizas ligeramente margosas, que contienen:

Gasterópodos.
Briozoos.
Anélidos.
Valvulínidos.
Melobesias.
Boueina.

Sobre ellas yacen calizas recristalizadas, pardo gris, con restos de:

Valvulínidos.
Ophthalmídeos.
Miliólidos.
Ostrácodos.
Espículas.

Se encuentran encima calizas dolomíticas y sabulosas, muy ferruginosas y estériles.

Encima yacen margas y calizas margosas con fragmentos de lamelibranchios y púas de equínidos, y sobre ellas calizas cristalinas, azoicas, que constituyen la parte superior del corte.

Más al norte, a poniente de los P. K. 11 a 14 de la misma carretera, aflora una importante masa de calizas aptenses, que en la base presentan

calizas brechoides, ocre-pardo, con nódulos pseudoolíticos y gran cantidad de restos orgánicos, entre los que destacan:

Equinodermos.
Lamelibranchios.
Gasterópodos.
Orbitolinopsis.
Briozoos.
Macroporella.
Melobesias.
Valvulínidos.
Glomospira.
Pseudocyclammina jacquardi.
Iberina.

Fauna que caracteriza a la parte inferior del Aptense.

Yacen encima calizas brechoides, pseudo-oolíticas, ocre-pardo, con restos de

Orbitolina.
Melobesias.
Miliólidos.
Ostrácodos.
Briozoos.
Robulus.

Y sobre ellas calizas recristalizadas margosas con muchos restos de

Lamelibranchios.
Miliólidos.
Nautiloculina.
Macroporella.
Boueina.
Pseudocyclammina.
Acicularia.
Valvulínidos.

Encima se encuentran calizas ocreas, muy ferruginosas, que incluso pasan a óxidos de hierro.

Estos óxidos han sido explotados en época relativamente reciente, pero durante nuestro estudio de la zona las labores estaban suspendidas a causa, según la información que pudimos recibir, de la irregularidad y discontinuidad en la mineralización, así como por motivos de índole económica.

Finalmente, y tal como se aprecia en el mapa adjunto, las calizas aptenses continúan hasta el extremo nor-occidental de la Hoja. Las formaciones son aquí subhorizontales, y las calizas aptenses se disponen en casquetes aislados por la erosión, que yacen sobre el Wealdense.

Por último, en el extremo sur-occidental de la Hoja se encuentran grandes afloramientos aptenses, que continúan hacia el oeste y suroeste fuera ya de los límites del área estudiada.

Un corte, al SO. del P. K. 19 de la carretera de La Foxa a Adzaneta, muestra la siguiente sucesión:

Calizas ocre, ferruginosas, arenosas, con frecuentes fragmentos de ostreas.

Calizas brechoides con alternancias de calizas margosas grisáceas.

Al microscopio se observan:

Equinodermos.
Lamelibranchios.
Gasterópodos.
Melobesias.
Acicularia.
Pseudocyclammia lituus.
Girvanella.

Siguen calizas oolíticas o pseudo-oolíticas de tonos ocre, claros.

Al microscopio contienen:

Equinodermos.
Lamelibranchios.
Coskinolina.
Miliólidos.
Orbitolinopsis.
Orbitolina.

Encima yacen calizas brechoides, recristalizadas, de tonos ocre o grisáceos, oscuros.

Examinadas al microscopio contienen abundante microfauna, y entre ella se observan restos de

Valvulammina.
Trocholina.
Miliólidos.

Textulariella.
Valvulinidos.
Pseudocyclammia lituus.
Acicularia.
Nautiloculina.
Pseudocyclammia vasconica, etc.

Encima de estos niveles yacen calizas margosas, con abundantes restos de lamelibranchios, ostreas y espículas de equinidos.

Al microscopio muestran, además:

Pseudolithothammium album.
Miliólidos.
Acicularia.
Textulariella.
Iraqia.

Yacen encima calizas compactas, en gruesos bancos, con abundantísimos restos de

Pseudotoucasia santanderensis Douv.

Y encima calizas cristalinas con abundante microfauna, y entre ella

Valvulinidos.
Ophtalmídidos.
Ostrácodos.
Valvulammina
Nautiloculina.

Continúa la sucesión margoso-caliza, pero las capas superiores contienen, como veremos, asociaciones de microfauna que hacen ya suponer el tránsito al Albense de la serie estratigráfica.

Atendiendo a esta circunstancia, ha sido representada como Albense, en el mapa adjunto, la parte superior del corte que acabamos de describir.

3. Albense.

La cuestión de la distribución y facies del Albense, tanto en el Prebético oriental como en la Ibérica, ha sido hasta ahora muy debatida, y constituye un interesante problema paleogeográfico.

Por un lado, sabido es que en amplias zonas del Prebético los sedimentos albenses presentan facies marina, calizo-dolomítica, y muy escasa en

fauna, mientras que en el substratum se encuentran las arenas y arcillas wealdenses, muy semejantes a las de Utrillas. Ello fue causa de que algunos autores confundiesen el Albense con la facies wealdense y situasen, en consecuencia, el Urgoaptense a la altura del Cenomanense. La dudosa clasificación de algunas orbitolinas, y la semejanza entre la *Ostrea flabellata* del Cenomanense y la *Exogira boussingaulti* del Aptense contribuían a este error.

En otros lugares, también del Prebético, la extensión vertical de la facies wealdense es tal que continúa hasta el Albense sin interrupción, y ello dificulta asimismo la clasificación.

En cambio en otras zonas, preferentemente de la Ibérica, faltan la facies wealdense y el Urgoaptense, y los sedimentos albenses en facies de Utrillas (muy semejantes al Wealdense) yacen transgresivos sobre el Jurásico, e incluso sobre el Paleozoico. Muchos autores, por ello, han supuesto que estos depósitos albenses pertenecían al Wealdense, y que las margas y calizas suprayacentes correspondían, en consecuencia, al Urgoaptense, siendo así que su verdadera edad era cenomanense.

Prácticamente, la totalidad de estas cuestiones, al menos en sus rasgos generales, han quedado resueltas después de los magníficos estudios llevados a cabo al efecto por Henning Saefel, en época muy reciente, y que se resumen en su publicación "Paleogeografía del Albense en las Cadenas Celtibéricas de España".

La zona que ahora estudiamos corresponde a una de las de tránsito de la facies marina litoral, a la facies de Utrillas.

Esta transición, no solamente se realiza de forma lateral, sino también en sentido vertical, produciéndose, dentro del área estudiada, alternancias, en el Albense, de capas marinas y capas en facies de Utrillas.

En el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá predominan los depósitos albenses en facies marina litoral. Su potencia es reducida, del orden de 100 a 150 metros como máximo, y faltan, por erosión, en muchos lugares de la zona estudiada.

Resulta, además, difícil establecer con exactitud el tránsito del Aptense Superior al Albense, o del Albense Superior al Cenomanense. Este tránsito, en efecto, se establece de forma gradual; y hemos señalado el límite Aptense Superior-Albense en la zona en que, en la asociación de microfauna, empiezan a aparecer especies que en la región se encuentran predominantemente en el Albense.

Como ya habíamos dicho anteriormente, en las proximidades de Villanueva de Alcolea aparecen sobre el Aptense formaciones en tránsito al Albense, pero que representamos todavía como aptenses en el mapa ad-

junto, a causa de la falta de evidencia en cuanto a la clasificación de su microfauna.

Ligeramente al norte, y en el paraje Els Planiols, yacen sobre las calizas aptenses margas arenosas y areniscas poco consolidadas, y sobre ellas, calizas margosas que contienen:

Lamelibránquios.
Equínidos.
Valvulínidos.
Miliólidos.
Anélidos.
Textuláridos.
Glorotálidos.
Orbitolinas.

Esta asociación corresponde con más propiedad al Albense que al Aptense, y así lo hemos considerado en el mapa que publicamos.

La carretera que desde Torre Endomenech asciende a Serratella atraviesa una cubeta sinclinal hundida, en la que afloran términos más altos de la serie cretácea.

Sobre calizas aptenses se encuentran areniscas, margas sabulosas y arcillas, y sobre ellas calizas ligeramente arenosas, con matriz calizo-margosa, y frecuentes restos finos de

Equinodermos.
Valvulínidos.
Lituólidos.
Textuláridos.
Nautiloculina.

A continuación de estas calizas afloran margas y calizas margosas, blancas, con microfauna del Cenomanense; por ello incluimos en el Albense a la serie intermedia, aunque la fauna en ella observada no sea en absoluto característica.

En el extremo SO. de la Hoja, y al sur de Adzaneta, yacen sobre el Aptense del corte que hemos descrito en páginas anteriores, calizas gris oscuro, recristalizadas, que contienen matriz margosa, con restos de

Lamelibránquios.
Pseudochofattella cuvillieri.
Miliólidos.

Equinodermos.
 Ostrácodos.
 Valvulínidos.
 Boueina.
 Melobesias.
 Acicularia.
 Orbitolina.
 Verneuilínidos.
Pseudolithothamnium alloum.

Esta asociación corresponde ya, con toda probabilidad, al Albense Inferior.

Sobre las referidas calizas se encuentran calizas margosas y margo-sabulosas, con fragmentos de

Lamelibranquios.
 Equinodermos.
 Ophthalmídeos.
 Miliólidos.
 Ostrácodos.

A pesar del carácter escasamente distintivo de esta fauna, las capas a que corresponde deben pertenecer ya, por su posición, al Albense, y así lo hemos representado en el mapa adjunto.

Ligeramente más al norte se encuentra el corte de la carretera que desde Vall d'Alba conduce a Adzaneta, y a cuyo corte nos hemos referido ya en páginas anteriores.

Entre los P. K. 29 y 30, y después de una gran zona de fractura, atraviesa esta carretera una serie aptense ya descrita, y sobre ella, la sucesión siguiente:

Calizas sabulosas, detríticas, con fragmentos de

Equinodermos.
 Lamelibranquios.
 Miliólidos.
 Ostrácodos.
 Cuneolina.
 Valvulínidos.

Sobre ellas, calizas pseudo-oolíticas, ocreas, con restos microscópicos in-clasificables.

Encima yacen calizas dolomíticas, alteradas, de tonos ocreos y sin restos fósiles, y sobre ellas se encuentran calizas margosas de tonos grisáceos, ligeramente detríticos, y que al microscopio contienen:

Valvulínidos.
 Ophthalmídeos.
 Ostrácodos.
 Globorotalites.
 Equínidos.
 Lituólidos.

Finalmente, coronan la serie calizas margosas, de tonos grises y pardos, que al microscopio presentan gran cantidad de restos, y entre ellos:

Valvulínidos.
 Ophthalmídeos.
 Ostrácodos.
 Equínidos.
 Crinoides.
 Globorotalites.
 Globotruncana ?

Por el conjunto de microfauna que contienen estas muestras, su posición es ya superior al Aptense, e incluso es posible que la parte más alta de la serie corresponda ya al tránsito al Cenomanense.

4. Cenomanense.

No hemos podido observar, dentro de la zona estudiada, formaciones cretáceas superiores al Cenomanense, y tampoco parecen éstas hallarse presentes en la región circundante a la que ahora nos ocupa.

Se trata de formaciones de carácter litoral y espesor reducido, que han estado, además, expuestas a la erosión durante muy largos periodos.

Por estas circunstancias, los afloramientos cenomanenses, en el interior de la zona estudiada, son poco abundantes y de irregular distribución, encontrándose a lo largo de determinadas zonas de fractura o en pequeñas cubetas sinclinales cretáceas.

Por causa de la similitud en la litología, no es sencillo establecer el tránsito entre Cenomanense y Albense Superior; en el mapa adjunto hemos representado como cenomanenses aquellos afloramientos en los que en la microfauna se observa ya un predominio de especies cenomanenses.

Prácticamente, y salvo algunos pequeños asomos de clasificación dudosa, se reducen estos afloramientos a la cubeta sinclinal que se encuentra en el flanco oriental de la Sierra Engarcerán.

Afloran aquí calizas margosas blanquecinas, ocreas en fractura, que alternan con margas y margas arenosas grisáceas.

Las calizas margosas presentan restos inclasificables de ammonites, fragmentos de equinodermos y valvulínidos.

Unos bancos más calizos y resistentes, intercalados en la formación, presentan, en lámina transparente, matriz margosa, detrítica, con abundante microfauna, y entre ella:

Globorotalites.
Ammodiscidos.
Ostrácodos.
Textuláridos.
Equinodermos.
Globotruncana ?

Sobre estos bancos yacen calizas recristalizadas, ocre-pardo, con

Lamelibranchios.
Equinodermos.
Dicyclina.
Miliólidos.
Valvulínidos.
Cuneolina.
Textuláridos.
Lituólidos.
Anélidos.
Globorotalidos.

Aunque la microfauna no es perfectamente determinativa, representa ya términos más altos de la serie cretácea, y atendiendo a esta circunstancia, y a la situación de las capas en relación con los niveles inferiores, hemos considerado preferible incluir ya como Cenomanense al afloramiento, en el mapa adjunto.

G) MIOCENO

No se encuentran en el interior de la zona estudiada depósitos terciarios anteriores al Mioceno.

Existen, en cambio, importantes depósitos lacustres de edad muy reciente, y que se extienden del Mioceno Superior al Cuaternario.

Distinguimos, dentro de las formaciones miocenas, los conglomerados y brechas, postorogénicos, y los depósitos lacustres terciarios.

a) CONGLOMERADOS Y BRECHAS.

Existe, en la zona que nos ocupa, una serie de fenómenos tectónicos muy recientes (pliegues de gran radio y fallas de distensión, principalmente), y como consecuencia de los mismos, y del relieve subsiguiente, se han producido importantes depósitos de conglomerados y brechas no consolidadas, cuya edad puede estimarse comprendida entre el Mioceno Superior y Cuaternario.

Los más importantes de estos depósitos jalonan las estructuras actuales, y se encuentran preferentemente en los flancos orientales de la Sierra Engarcerán y Sierra Esparraguera.

Están constituidos por elementos cretáceos y jurásicos (con gran predominio de las calizas aptenses), y cemento margo-arcilloso, poco consistente.

Los elementos, especialmente en el borde sur-oriental de la Sierra Engarcerán, son de gran tamaño, encontrándose incluso cantos rodados de más de medio metro cúbico de volumen.

En el mapa adjunto se observa la disposición de las más importantes de estas masas de conglomerados.

b) MARGAS Y CALIZAS PONTIENSES.

Tal como puede apreciarse en la representación cartográfica, los depósitos lacustres pontienses ocupan grandes extensiones en el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá.

Podemos distinguir entre ellos las formaciones margo-sabulosas, que se extienden en las depresiones comprendidas entre las estructuras mesozoicas y la gran cuenca pontiense que se desarrolla al E. y SE. de Cuevas de Vinromá, penetrando en la hoja vecina de Alcalá de Chisvert.

En los depósitos primeramente mencionados se distingue un nivel basal detrítico, compuesto por conglomerados, areniscas bastas y gravas, al que suceden arcillas sabulosas, margas arenosas y calizas margo-arenosas que, en la parte superior de la formación, contienen algunos niveles intercalados de calizas más puras y consistentes.

Observadas estas calizas al microscopio, presentan finas oquedades y calcificaciones de algas, con

Ostrácodos.
Melosiras.
Charáceas.

reflejando un ambiente lacustre de probable edad miocena.

También hemos observado frecuentemente, en estas calizas superiores, fragmentos de

Planorbis.
Limnaea.
Helix, etc.

En conjunto, el espesor de la formación es reducido, y no sobrepasa en general los 50 metros.

Al E. y SE. de Cuevas de Vinromá la sedimentación pontiense alcanza mayor desarrollo.

En la base se encuentran también sedimentos detríticos, con predominio de areniscas bastas y conglomerados. Estos conglomerados, en los bordes de la cuenca llegan a alcanzar gran desarrollo, tal como ocurre en los cerros inmediatos a Cuevas de Vinromá, donde las formaciones detríticas tienen una potencia superior a los 100 metros. Precisamente en estas series de conglomerados están excavadas las cuevas naturales a las que se debe el nombre del pueblo.

En la parte central de la cuenca, ya hacia el borde oriental de la Hoja, a las series basales detríticas suceden margas arenosas blanquecinas que alternan con lechos de arenas, y son seguidas por calizas margosas y calizas en placas delgadas, a las que suceden margo-calizas de tonos claros, en las que, esporádicamente, se intercalan bancos de calizas francas, más resistentes, y que destacan en la morfología.

La potencia de la serie puede estimarse comprendida entre 150 y 250 metros.

Es escasamente fosilífera, pero las calizas lacustres presentan en ocasiones moldes y fragmentos de gasterópodos de muy pequeño tamaño, entre los que predominan

Melanopsis.
Planorbis.
Helix.

H) CUATERNARIO

Distinguiremos, entre los depósitos cuaternarios que aparecen, con notable extensión y desarrollo, dentro de la zona estudiada, tres tipos diferentes.

Al primero corresponden depósitos muy extensos de tierras arcillo-sabulosas, con niveles intercalados de gravas calizas poco consolidadas.

Son estos depósitos especialmente extensos y potentes en la zona de Benlloch, donde llegan a alcanzar más de 30 metros de potencia. En la zona norte de esta mancha cuaternaria de Benlloch predominan los elementos procedentes de la erosión de las formaciones cretáceas y jurásicas de la Sierra Engarcerán, mientras que en la parte meridional son más abundantes los que proceden de la erosión de las series triásicas, e incluso paleozoicas, que afloran más al sur.

El segundo tipo de depósitos cuaternarios lo constituyen las gravas y formaciones detríticas que jalonan el curso de los arroyos y ramblas de la zona. El carácter de éstos es torrencial, con periodos de falta absoluta de caudal, y otros de grandes inundaciones. A ello obedece que sus arrastres sean de gran volumen y estén constituidos esencialmente por gravas y cantos rodados de tamaño grueso. Predominan entre éstos los elementos calizos, procedentes de la denudación de las formaciones jurásicas y cretáceas, pero se encuentran también cantos del Trías (calizas del Muschelkalk y areniscas del Buntsandstein) e incluso cuarcitas y pizarras del Paleozoico.

Los más importantes de estos depósitos de gravas se encuentran a lo largo de las ramblas Carbonera y de Monleón, en la parte occidental de la Hoja.

Finalmente, el tercer tipo de depósitos cuaternarios en la zona estudiada está constituido por la costra de travertinos que cubre una parte importante de las llanuras y depresiones de la Hoja.

Se trata de travertinos calizos poco consolidados, cuya potencia es en general inferior a medio metro, y en ocasiones de solamente pocos centímetros. Generalmente estos travertinos son arrancados en las labores de roturación, y se agrupan en tapias o majanos.

La zona en que estos depósitos son más extensos y potentes es la comprendida entre Benlloch y Vall d'Alba.

IV TECTONICA

A) GENERALIDADES

El estudio de la Tectónica en el interior de la zona que estudiamos se halla dificultado por la falta de antecedentes en los estudios geológicos regionales, lo cual dificulta el enlace de los accidentes y elementos que aquí pueden observarse, con las grandes unidades de la región.

Del mismo modo, el estudio de la historia geológica y orogenia del país presenta considerables lagunas, que sólo en parte han podido ser salvadas con el examen local de la zona que ahora describimos y del país que se extiende inmediatamente a levante de la misma.

En las páginas siguientes trazaremos, en primer lugar, un breve bosquejo de los accidentes tectónicos locales más importantes, deteniéndonos en el examen de las condiciones de fracturación, que predominan de una forma notable dentro de la tectónica local.

A continuación estableceremos de forma provisional sus relaciones con las unidades tectónicas regionales, y finalmente expondremos muy sucintamente unas ideas sobre la historia geológica del país y su orogenia.

B) ACCIDENTES TECTONICOS LOCALES

La zona que comprende la Hoja de Cuevas de Vinromá se encuentra suavemente plegada, pero muy intensamente fracturada.

Los accidentes y dispositivos tectónicos están, en consecuencia, enmas-

carados por una extensa red de fracturas, hasta el punto de que en ocasiones resulta difícil identificar la naturaleza de los pliegues primitivos.

Ello no obstante, vamos a describir muy sucintamente las estructuras de superficie más importantes de la zona estudiada, y a continuación examinaremos, también muy brevemente, dada la índole de este trabajo, el sistema de fracturas que las afecta.

El área oriental y sur-oriental de la Hoja forma un país cretáceo, suavemente plegado, en el que predomina un eje sinclinal, de traza NE.-SO., que discurre ligeramente al sur de Villanueva de Alcolea. Una serie de fracturas, paralelas a la traza del pliegue, producen repeticiones en la serie cretácea, y el recubrimiento pontiense, que, como sabemos, tiene aquí considerable espesor, dificulta el examen de la disposición del substratum.

A poniente de la depresión de Cuevas de Vinromá se encuentra la importante estructura de la Sierra Engarcerán.

En síntesis, estaría constituida esta estructura por una amplia bóveda anticlinal; pero se halla tan extraordinariamente fracturada, que su identificación no es sencilla a primera vista. El reajuste en diferentes partes de la bóveda, producido como consecuencia de estas fracturas, da origen a una serie de pequeños pliegues secundarios, independizados entre sí por las líneas de falla. Tales son, entre otras, la semicubeta que atraviesa los primeros kilómetros de la carretera de Torre Endomenech a Serratella, la que se encuentra al SO. de este pueblo, el pequeño anticlinal de núcleo jurásico al NO. de Sierra Engarcerán, etc., etc.

Inmediatamente al oeste de Sierra Engarcerán aparece un agudo sinclinal, de traza N. 30° E., también muy fracturado. El recubrimiento pontiense y cuaternario impide también, especialmente en la parte meridional, examinar con detalle la estructura.

A poniente de la misma aparece la Sierra Esparraguera, que da origen al accidente tectónico más importante dentro del área estudiada.

Forma la Sierra Esparraguera un anticlinal de directriz aproximada N. 30° E. Una gran falla longitudinal surca la estructura en toda su extensión.

El bloque oriental de la fractura aparece hundido en relación con el occidental; el desplazamiento vertical máximo de la falla puede estimarse en el orden de 500 a 800 metros.

Hacia el sur, la disposición del pliegue es más complicada. Subsiste la gran fractura del flanco oriental, pero asimismo el flanco occidental se halla laminado por otra fractura importante, no visible a causa del recubrimiento cuaternario del valle de Adzaneta.

El borde oriental de este valle, y posiblemente en relación inmediata

con esta última zona de fractura, aparece un pequeño asomo triásico, de carácter netamente extrusivo.

Más a poniente se encuentran, en el interior de la Hoja, las estribaciones de la Sierra Ensegures. Hacia el NO. se desarrollan importantes estructuras tectónicas, pero que quedan ya fuera de los límites del área estudiada.

En el interior de la misma se encuentran únicamente suaves ondulaciones en la serie cretácea, interrumpidas por fracturas que dan origen a repeticiones y duplicaciones en la serie.

C) EL SISTEMA DE FRACTURAS

Como ya hemos dicho anteriormente, la más importante característica, dentro de la disposición tectónica del país que estamos estudiando, es la presencia de una extensa red de fracturas que afecta esencialmente a las formaciones mesozoicas.

Dentro de esta red de fracturas podemos distinguir dos grupos esenciales: aquellas sinorogénicas, originadas con motivo de los empujes tangenciales que plegaron el país, y las fracturas de distensión posteriores, en general muy recientes. Estas últimas son, con mucho, las más frecuentes dentro del área estudiada.

Consideramos en primer lugar la gran estructura, muy fracturada, de la Sierra Engarcerán. En ella se observan, en primer lugar, grandes fracturas longitudinales, de traza N. 10° E. a N. 35° E., sensiblemente paralelas al eje mayor del pliegue. Son fracturas de distensión, a lo largo de las cuales se produce el desplome en bloque de la cobertera rígida de la estructura. Su recorrido es en general relativamente pequeño y no superior a los 200 metros. Es muy frecuente su disposición en tijera, con desplazamiento máximo en uno de los extremos de su recorrido, y disminución gradual hacia el opuesto.

Un segundo tipo de fallas, de traza N. 40° O., es sensiblemente perpendicular al anterior. Se trata, asimismo, de fracturas de distensión, que se disponen transversalmente al eje de la estructura. Su número es muy inferior al de las fracturas longitudinales antes descritas.

Finalmente, existen otras importantes fracturas cuya dirección, sensiblemente N. 70° E., difiere notablemente de las anteriores. Las consideramos, asimismo, como fracturas de distensión postorogénica; pero algunas de ellas, y especialmente las que se encuentran en la zona de Vall d'Alba, en la parte meridional de la estructura, más bien parecen ser fracturas sin-

orogénicas de tensión, correspondientes al cierre perianticlinal de la estructura.

En el mapa adjunto aparecen representadas solamente una parte de las fracturas a que nos estamos refiriendo en el presente párrafo; existen otras muchas, e incluso algunas bien visibles en las fotografías aéreas de la región, pero la representación cartográfica de un número mayor, habida cuenta de la escala a que se trabaja, habría hecho la cartografía, a nuestro juicio, en exceso confusa. Por ello, repetimos, sólo se han representado las fracturas de mayor recorrido o significación.

La estructura de la Sierra Esparraguera aparece dominada, como ya hemos dicho, por la gran fractura de traza nordeste que surca el pliegue en toda su longitud, y que produce el hundimiento de la mitad oriental en relación con la occidental.

Una segunda zona de fractura, paralela a la anterior, está señalada por el asomo extrusivo de Keuper a que antes nos hemos referido.

En la parte meridional del pliegue existen otras fracturas longitudinales, de menor amplitud, a lo largo de las cuales se producen repeticiones de la serie cretácea.

Asimismo, se encuentran aquí fracturas de distensión de traza noroeste, y perpendiculares, por tanto, a la directriz del pliegue principal.

El examen detallado de todo este sistema de fracturas que acabamos de enunciar, de su origen y significación exacta, de sus relaciones con las redes de diaclasas en las calizas jurásicas y cretáceas, de su edad, etc., etc., ofrece sobrado tema para una interesantísima investigación, pero queda ya, desgraciadamente, muy fuera de los límites y objeto de la presente Memoria explicativa.

En cuanto a la edad de las fracturas ésta es desde luego muy reciente y, como veremos más adelante, posterior al Vindoboniense.

Sin embargo, una parte importante de las mismas es anterior al depósito de los sedimentos lacustres pontienses que cubren grandes extensiones de la zona estudiada.

D) TECTONICA REGIONAL

Nuestros estudios geológicos en la zona meridional de la Ibérica hubieron de quedar interrumpidos hace algunos años, con motivo de otras ocupaciones más urgentes.

Nuestras observaciones actuales en la parte oriental de la región son

todavía muy recientes, y se limitan prácticamente a la Hoja de Cuevas de Vinromá y al país que se extiende inmediatamente a levante de la misma.

En consecuencia, para establecer una síntesis de la tectónica regional hemos de acudir al examen de las publicaciones de otros autores, como fuente casi exclusiva, y muy especialmente al de las obras de Brinkmann, Lotze y Hahne.

Por análogas circunstancias habremos también de reproducir, en este párrafo, gran parte de los conceptos expuestos en el estudio de la hoja límite de Alcalá de Chisvert.

En primer lugar, es evidente (y así lo prueban los afloramientos próximos) que existe en la región un substratum paleozoico plegado por las orogenias variscas.

En el conjunto de la Ibérica distingue Lotze tres zonas principales de plegamiento en relación con los sedimentos paleozoicos.

La más occidental comprende la terminación oriental del Guadarrama; la central la zona Ateca-Albarracín y, la oriental, la región al este del área Ateca-Albarracín.

En esta última, a la que corresponde el área que estudiamos, ha visto Lotze en el Paleozoico una notable estructura en escamas y láminas de recubrimiento, que incluye importantes recubrimientos del Cambriano Inferior sobre el Medio, y del Cambriano Medio sobre el Siluriano.

Se trata, en conjunto, de una tectónica violenta, con pliegues de traza NO., y en la que el empuje tectónico está dirigido de SO. a NE.

Sería interesante observar, aunque ello queda ya fuera de los límites del presente estudio, cómo esta disposición tectónica violenta del substratum consolidado ha influido en la estructura de los pliegues debidos a las orogenias más recientes.

Como veremos más adelante, las orogenias postvariscas carecen de importancia en la región hasta llegar a las fases pirenaica y sálica del movimiento alpino.

Según puede verse en este párrafo y en el siguiente estamos utilizando para designar los diferentes periodos orogénicos las denominaciones clásicas de la Escuela de Stille. Sabido es que hoy día las teorías de Stille se hallan en parte sujetas a revisión, y que parece en general admitirse una mayor continuidad en los periodos orogénicos que la supuesta por el ilustre profesor alemán. Ello no obstante, hemos preferido seguir utilizando las denominaciones de Stille, aun con la salvedad apuntada, para conservar la homogeneidad con otros estudios geológicos del país, y con objeto también de no emplear nuevos conceptos, revisables, en la descripción de una región todavía muy poco estudiada.

Como consecuencia de las orogenias, a grandes rasgos alpinas, se originan en la región los pliegues y accidentes de directriz ibérica, es decir, de traza NO., muy poco divergente con la directriz de los anteriores pliegues variscos.

El tipo de tectónica que predomina en las zonas oriental y sur-oriental de la Ibérica es la de una serie de importantes pliegues de directriz NO., cuyos ejes se inclinan fuertemente hacia el noroeste, dejando salir, en consecuencia, hacia el SE. las formaciones inferiores. Un profuso sistema de fallas produce un descenso en bloques transversales hacia el mar, de tal modo que este descenso da lugar a repeticiones de las series, de NO. a SE., y neutraliza la elevación de los ejes hacia el SE., ya que pone en contacto lateral los niveles inferiores con los términos más altos de la serie.

Entre los sistemas de fallas más importantes predominan los de dirección NO., paralelos a la directriz ibérica, y los normales a aquélla, merced a los cuales se produce el descenso en bloques hacia el mar de que acabamos de hablar.

Finalmente, en toda la costa de Castellón predomina una tectónica de traza NE., que es la que impera en el interior de la Hoja estudiada, y cuya significación parece hallarse en relación con los pliegues que más al norte continúan en la zona costera de Tarragona.

Llamamos la atención a este efecto, y como ya hemos hecho en alguna publicación anterior, sobre la circunstancia notable que supone la correspondencia de la disposición morfológica y orientación de la costa de levante con la tectónica del interior.

Así, la costa desde Almería hasta el cabo de San Antonio es paralela a la traza de las Cordilleras Béticas, y desde el cabo de San Antonio hasta Valencia paralela a la directriz ibérica, con cuya terminación sur-oriental se corresponde.

Del mismo modo, desde el norte de Valencia hasta el sur de Tarragona, la costa mediterránea presenta la dirección N. 30° E., es decir, la traza de los pliegues de la zona costera de Castellón que estamos comentando.

Estos pliegues ocupan una franja estrecha y están caracterizados, en general, por una disposición morfológica no muy violenta, pero modificada por una complicada red de fallas, entre las que se distinguen, como es casi general, una dirección paralela a la traza de los pliegues y otra normal a los mismos.

E) HISTORIA GEOLOGICA

Para establecer una síntesis de la evolución paleogeográfica y geológica de la región sería necesario previamente conocer con detalle su estratigrafía y características litológicas de las formaciones que la ocupan, así como poder determinar con exactitud las diferentes lagunas estratigráficas, transgresiones y regresiones, discordancias, etc., etc.

Sobre la zona que ahora estamos estudiando se posee escasa información detallada en relación con gran parte de las cuestiones que acabamos de enunciar. Será preciso, por tanto, que esta síntesis de su evolución y paleogeografía se trace únicamente en rasgos muy generales, del mismo modo que hicimos en la descripción de la hoja limítrofe de Alcalá de Chisvert.

Como ya hemos dicho, existe en la región un substratum paleozoico consolidado y plegado por las orogenias variscas. La intensidad mayor del plegamiento tuvo lugar entre el Culm y el Estefaniense.

Según Lotze, existen en la Ibérica afloramientos del Carbonífero Superior, discordantes sobre los pliegues variscos y concordantes sobre el Trías. Estos depósitos del Carbonífero Superior, e incluso los posiblemente existentes del Permiano, sólo debieron recubrir una extensión relativamente reducida de las actuales Cadenas Ibéricas.

Transgresivos sobre diferentes niveles paleozoicos aparecen los sedimentos triásicos, que comienzan por conglomerados y arcillas rojo-vinosas, atribuibles al Permotriás.

Siguen a continuación las arcillas y areniscas del Buntsandstein, que, como sabemos, llegan a alcanzar en la región estudiada notable desarrollo.

Hacia la zona central de la Ibérica se produce al final del Buntsandstein una suave emersión, de tal manera que, al oeste de la zona que ahora estudiamos, el Muschelkalk es transgresivo sobre el Buntsandstein Medio.

El depósito de las calizas y dolomías del Muschelkalk, aunque con escaso desarrollo, es constante en la mayor parte de la región considerada.

También existen, al menos en la parte oriental de la Ibérica en que está enclavada la hoja de Alcalá de Chisvert, los típicos depósitos con arcillas y evaporitas del Keuper.

A ellos suceden las calizas, dolomías y carniolas del Suprakeuper, que también se extienden con regularidad en la mayor parte del lado oriental de las Cordilleras Ibéricas.

El tránsito del Suprakeuper al Lías se realiza de forma casi insensible, a través de una serie uniforme de calizas en facies poco profunda.

No existen todavía suficientes datos en cuanto a las características de la sedimentación del Jurásico en la región que nos ocupa. En síntesis puede establecerse que, al menos para una gran parte de la Ibérica, la sedimentación fue continua durante muy prolongadas épocas del Jurásico.

Parecen faltar en determinadas zonas sedimentos del Dogger, y en la parte sur de la Ibérica pudimos observar una laguna en la sedimentación del Jurásico Superior a la altura del Oxfordiense.

En lo que se refiere a la Hoja de Cuevas de Vinromá, los afloramientos jurásicos son incompletos, pero señalan una sedimentación posiblemente continua en la parte alta del Malm, con muy posible hiatus en parte del Dogger y Lías Superior.

La facies del Jurásico en la Ibérica es poco profunda, y varía de litoral a nerítica.

A partir del Jurásico Superior tiene lugar una emersión casi general de la Ibérica, y los depósitos jurásicos marinos son continuados por las formaciones fluvio-lacustres, con breves intercalaciones marinas y periodos de emersión completa, que dan lugar a la llamada facies wealdense. Como excepción han sido citados en la provincia de Teruel (zona de Santa Eulalia) sedimentos fosilíferos del Neocomiense en facies marina.

No tenemos conocimiento directo suficiente sobre la cuestión para opinar sobre el problema paleogeográfico que este descubrimiento entrañaría.

En el Aptense una gran transgresión cubre extensiones muy vastas de la Ibérica. En general, los sedimentos claramente marinos corresponden ya al Aptense Medio, y el Aptense Inferior presenta todavía facies wealdense.

Durante el Albense la sedimentación, en la mayor parte de la Ibérica, tiene lugar en la conocida facies de Utrillas, y solamente en algunos lugares, incluyendo la parte meridional de la zona que estudiamos, tienen lugar alternancias de sedimentos fluvio-lacustres y marinos.

Durante el resto del Cretáceo Superior la sedimentación en la Ibérica es irregular y discontinua.

Existen extensos depósitos cenomanenses en facies litoral y con escaso desarrollo, y en cuanto al Turonense y Senonense, su sedimentación no alcanzó a gran parte de la región que estamos considerando.

Del mismo modo, los sedimentos eocenos sólo como excepción alcanzaron algunas zonas de las actuales Cadenas Ibéricas, y a partir de este momento no vuelven a encontrarse sedimentos marinos en la región en que está enclavada el área objeto de nuestro estudio.

Únicamente pueden atribuirse al Oligoceno determinadas series detríticas, en relación con los movimientos orogénicos, pero en cambio los de-

pósitos lacustres del Mioceno son muy extensos y potentes en gran parte de la región.

Asimismo, como hemos visto anteriormente, se encuentran depósitos cuaternarios con considerable extensión y desarrollo.

El estudio de la orogenia del país se ve considerablemente dificultado, según dijimos anteriormente, por la ausencia de sedimentación, precisamente en periodos orogénicos importantes.

En lo que a las orogenias variscas se refiere, ya hemos visto que la fase más intensa es la astúrica, es decir, entre el Culm y el Estefaniense.

Existen en algunas zonas de la Ibérica determinadas huellas de lo que debieron ser movimientos póstumos pretriásicos, probablemente de fase saálica.

Los empujes paleo y neo-ciméricos, cuya existencia fue indicada por Royo Gómez, no han sido comprobados en el interior de la región que consideramos. Determinadas discordancias entre Keuper y Jurásico deben ser atribuidas más bien a fenómenos de halocinesis.

No parecen haber ejercido influencia notable en la región los plegamientos intrajurásicos, y en cuanto a los de fase larámica, su influencia parece indudable en algunas zonas del Subbético y Prebético, pero no está comprobada en el área que ahora estudiamos.

La falta de sedimentos oligocenos y del Mioceno Inferior impiden precisar con exactitud la importancia relativa de las diferentes fases de la orogenia alpina.

Los estudios regionales llevados a cabo hasta la fecha parecen comprobar que los pliegues ibéricos de traza NO. corresponden a los efectos sucesivos de las orogenias pirenaica y sálica, y es posible que sea más intensa la acción de esta última.

Queda en pie, sin embargo, el problema de la edad de los pliegues de traza NE. que se encuentran en la zona costera de Castellón y concretamente en el interior de la zona que estudiamos.

Es interesante el estudio de esta cuestión, en relación con la cual son bastante escasos los datos regionales que se poseen. Parece comprobado que estos pliegues son posteriores a los de traza NE. y, en consecuencia, debemos considerarlos posteriores al Aquitaniense, y anteriores al Pontiense, que yace transgresivo y discordante sobre aquéllos.

Es verosímil que correspondan, en líneas generales, a las orogenias estaíricas; pero, por falta de sedimentación intermedia que permita estudiar las discordancias, no es posible precisar más la cuestión.

En el país situado más al sur son muy notables los efectos de la fase estaírica postburdigalense y prehelveciense, que da lugar a grandes plie-

gues de traza N. 70° E. volcados hacia el norte. Cabe la posibilidad de un cambio de dirección en relación quizá con el substratum consolidado, y que obedezcan a la misma fase los pliegues que ahora comentamos; pero, repetimos, no es posible, hoy por hoy, precisar con mayor exactitud este concepto. Quizás, incluso, los pliegues a que nos referimos sean de edad post-helveciense.

En cualquier caso se trata de plegamientos intensos, que debieron ser seguidos, además, de una fase de distensión muy acentuada, a la que se deben importantes fracturas.

Algunos autores citan en la región que consideramos los efectos de movimientos orogénicos muy recientes, de fases rodánica y valáquica.

Es evidente, en el área estudiada, que las formaciones pontienses no se hallan absolutamente horizontales, y no encontramos objeción para que este plegamiento (de efectos suaves, en lo que se refiere al área estudiada) se encuentre, en efecto, en relación con fases orogénicas muy recientes.

Lo que, por otra parte, es evidente, es la presencia de una fracturación muy intensa, a la que ya nos hemos referido en el capítulo correspondiente.

Una gran parte de las fracturas que aquí se encuentran son de edad post-vindoboniense y prepontiense.

Existe también una intensa fracturación postpontiense e incluso pueden observarse algunas fallas de época cuaternaria.

V

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

La zona que estamos estudiando se encuentra prácticamente inexplorada en lo que a aprovechamiento de aguas subterráneas se refiere.

Influyen en esta circunstancia la topografía de la región, muy abrupta y montañosa, y con grandes extensiones no aptas para cultivos; la climatología, ya que en algunos de los valles altos se producen heladas invernales, que impiden el cultivo de agríos, y posiblemente también la circunstancia de que los pequeños pozos excavados en el Cuaternario han producido caudales pequeños y con fuertes descensos en estiaje, lo cual debe haber inducido al desánimo a los agricultores locales.

Sin embargo, y como vamos a ver seguidamente, las posibilidades de alumbramiento de caudales subterráneos importantes son ciertamente considerables. Estos caudales pudieran ser utilizados para el riego de los valles más bajos, especialmente del centro y sur de la Hoja, y también conducidos hacia las áreas litorales, donde el agua para riegos y para abastecimiento de zonas turísticas alcanza un gran valor.

En primer lugar, la pluviometría en la zona es bastante elevada. Los datos que poseemos se refieren a la estación de Adzaneta y arrojan cifras de:

1.069,1 mm. en el año 1959,
562,8 mm. en el año 1960 y
476,6 mm. en el año 1961,

Aun considerando que el año 1959 fue especialmente húmedo parece razonable admitir para la zona de Adzaneta una pluviometría media anual del orden de 500 a 600 mm. Pero, además, como ocurre en estas zonas litorales mediterráneas, la pluviometría en las áreas montañosas, en las que se

produce la condensación del aire saturado procedente del mar, es mucho más elevada que en las zonas bajas.

No tenemos datos pluviométricos referentes a la Sierra Engarcerán y Sierra Esparraguera, pero por extrapolación en relación con otras zonas próximas de características semejantes, parece prudente admitir que por encima de la cota 600 la lluvia media anual debe ser superior a los 700 mm. y por encima de la cota 800, superior a los 900 milímetros.

En estas condiciones la pluviometría es muy suficiente para proporcionar caudales subterráneos importantes.

Dependerá el volumen de éstos, y su régimen de circulación, de las características litológicas y disposición tectónica de las series estratigráficas que se encuentra en el área objeto de nuestro estudio. Vamos a examinar, por tanto, muy brevemente, las más esenciales de estas características.

Las formaciones triásicas presentan buena permeabilidad en las areniscas del Buntsandstein y en las calizas y dolomías del Muschelkalk, y muy baja en las arcillas yesíferas del Keuper.

Sin embargo, estas formaciones triásicas sólo excepcionalmente afloran en el área objeto de nuestro estudio, por lo que su interés es muy reducido.

Análogamente puede decirse en cuanto a las calizas y dolomías, por cierto muy permeables, del Suprakeuper y Lías Inferior.

En el Lías Superior y Jurásico se encuentran niveles de margas y calizas margosas con muy débil permeabilidad y porosidad; pero también existen bancos potentes de calizas que presentan buena permeabilidad, especialmente a causa de sus grietas y diaclasas.

Afloran estas series en la Sierra Esparraguera y en algunas zonas de la Sierra Engarcerán. Se trata de zonas altas con pluviometría elevada, por lo que la captación de agua de lluvia en estos afloramientos jurásicos debe alcanzar cifras importantes.

Las formaciones de facies wealdense presentan alternancias de margas y arcillas, impermeables, con areniscas y arenas de buena permeabilidad y gran porosidad.

En estos niveles permeables se producen importantes infiltraciones de agua de lluvia, y en los mismos tienen lugar, en el substratum de la zona estudiada, acumulaciones y circulación de aguas subterráneas.

La permeabilidad de las calizas aptenses es en general grande, y a causa de la extensión superficial de sus afloramientos constituyen una formación muy interesante para la infiltración de agua de lluvia.

El interés de las series albense y cenomanense es muy reducido a causa de la pequeña extensión de sus afloramientos.

Entre los depósitos terciarios son especialmente interesantes las masas de

conglomerados y gravas a que nos hemos referido en otro lugar de esta Memoria.

Su permeabilidad es extraordinaria, y como se encuentran frecuentemente adosados a series mesozoicas también permeables, y que pueden conducir agua captada en las zonas altas, deben constituir, en algunas áreas, muy buenos depósitos de agua subterránea.

En consecuencia, merecerían estas acumulaciones de conglomerados ser objeto de una investigación hidrogeológica detallada.

Los depósitos pontienses son predominantemente margo-arcillosos y ocupan además las zonas bajas, en las que la pluviometría es menor. Presentan, por tanto, reducido interés para la investigación de aguas subterráneas; pero ello, no obstante, se encuentran en el Pontense intercalaciones de margas arenosas e incluso de gravas, en las que es muy posible se produzcan acumulaciones interesantes de agua subterránea. Para investigar este problema sería interesante el trazado de unos perfiles geofísicos por métodos eléctricos, que permitiesen poner de manifiesto la localización de estas áreas de mayor permeabilidad.

En cuanto a las formaciones cuaternarias su permeabilidad e interés varían localmente en función de sus características litológicas.

Existen depósitos cuaternarios generalmente arcillosos, poco permeables y de reducido interés.

En otras zonas, en cambio, se encuentran intercalaciones de gravas, arenas o arcillas arenosas, en las que podrían alumbrarse caudales de cierto interés, habida cuenta de la escasa profundidad y bajo coste de las labores de captación. Una investigación de aguas subterráneas en la zona debiera comenzar por un cuidadoso examen de estos depósitos cuaternarios.

A estos efectos debieran estudiarse también los cauces, cubiertos de gravas, de las ramblas de la zona, en los que es posible el alumbramiento de caudales importantes de aguas subálveas.

Publicamos a continuación una relación de los manantiales más importantes en el interior del área estudiada.

Como puede apreciarse los caudales de los manantiales son muy reducidos y también lo son los que se obtienen con las labores de alumbramiento de agua llevadas a cabo en la zona.

Consisten estas labores, prácticamente sin excepción, en pequeños pozos perforados en los depósitos cuaternarios o miocenos, en las zonas bajas de la Hoja, y en las inmediaciones de los núcleos de población o de las áreas cultivadas.

En el término municipal de Adzaneta existían, en la época de nuestro estudio, 25 pozos, cuyas profundidades oscilaban entre los 8 y 14 metros.

Los caudales eran muy reducidos y del orden del medio litro por segundo en cada pozo. Incluso, según las informaciones recogidas, estos caudales descienden notablemente en estiaje.

En el término de Benlloch existían 22 pozos con profundidades de 5 a 17 metros y caudales de 3 a 0,5 litros por segundo. También los caudales descienden en verano.

En Cuevas de Vinromá había 21 pozos de 5 a 20 metros y caudal de 4 a 1 litros por segundo, destinados todos ellos a regadío.

En el término de Serratella sólo existían dos pozos de profundidades de 3 a 7 metros, respectivamente, y caudales de 1 y 0,5 litro por segundo.

En Torre Embesora había siete pozos con profundidades de 7 a 11 metros y caudales inferiores a un litro por segundo, y en Torre Endomenech, cinco pozos con profundidades de 5 a 7 metros y caudales de 1 a 1/2 litro por segundo.

Finalmente, en Vall d'Alba existían ocho pozos con profundidades de 4 a 10 metros y caudales del orden de medio litro por segundo. Estos caudales eran casi nulos en estiaje.

Puede verse en esta somera descripción la desproporción existente entre las evidentes posibilidades de captación de aguas subterráneas en la zona, y los pequeños caudales de las escasas y someras labores de captación existentes.

VI

MINERIA Y CANTERAS

No existen explotaciones mineras de importancia en el interior de la Hoja de Cuevas de Vinromá.

Únicamente, y como ya hemos dicho en otro lugar, en los cerros que se extienden al oeste de los P. K. 12 y 13 de la carretera de Adzaneta a la de Iglesuela del Cid a Alcalá de Chisvert, existió, en época relativamente reciente, una explotación de mineral de hierro.

Esta explotación estaba mecanizada en lo que se refiere al arranque y extracción del mineral; pero debió cesar posiblemente por motivos de índole económica y financiera.

En efecto, aunque el mineral parece de buena calidad, es muy posible que ni la ley media ni las reservas puedan compensar los problemas, principalmente de transporte, derivados de una explotación de este tipo.

Las arenas caoliníferas wealdenses son explotadas en pequeñas canteras y labores aisladas, en algunos lugares, especialmente de la Sierra de Engarcerán y de la zona de Torre-Embesora. No se encuentran aquí, sin embargo, las grandes explotaciones de estas arenas caoliníferas que aparecen en las zonas situadas al oeste y suroeste de la que ahora nos ocupa.

También se encuentran pequeñas explotaciones de arcillas wealdenses destinadas a la alfarería y cerámica local.

Los yesos del Trías han sido explotados en una cantera situada en la mancha de Keuper, que aparece representada en el mapa adjunto. En la época de nuestro estudio la explotación estaba abandonada y no existía en ella maquinaria alguna.

Finalmente, las calizas jurásicas y aptenses son objeto de explotación en diversos lugares, pero las canteras, de funcionamiento irregular y disconti-

nuo, se destinan únicamente a satisfacer las necesidades locales de piedra para construcción y grava para las carreteras.

Por último llamamos la atención sobre la circunstancia de que en esta zona, y desde el punto de vista exclusivamente geológico, existen condiciones adecuadas para la instalación de fábricas de cemento. En las calizas aptenses y jurásicas las margas jurásicas y las arcillas wealdenses se encuentran materias primas en cantidad prácticamente inagotable, y que, debidamente combinadas, pueden servir para la fabricación de excelente cemento portland.

VII

BIBLIOGRAFIA

- ALMELA, A.: "Una nueva especie de *Dictyoconus* del Cenomanense valenciano".—Notas y Com. Inst. Geol. Madrid.
- BARTRINA, A., y GEA, F. (1954): "Reconocimiento geológico en la zona del puerto de Contreras".—Notas y Com. Inst. Geol., vol. XXXIII. Madrid.
- BELTRÁN, F. (1924): "Sobre algunos fósiles del Wealdico de Benageber (Valencia)".—Bol. R. Soc. Hist. Nat.
- BILLING: "Structural Geology".
- BRINKMANN, R. (1948): "Las cadenas béticas y celtibéricas en el SE. de España".—Cons. Sup. Inv. Cient., Inst. "Lucas Mallada". Madrid.
- (1933): "Sobre el problema de la fosa bética".—Bol. Soc. Geog. Madrid, junio.
- BRINKMANN, R., y GALLWITZ, S. (1950): "El borde externo de las cadenas béticas en el SE. de España".—Cons. Sup. Inv. Cient., Instituto "Lucas Mallada". Madrid.
- COLOM, G. (1934): "Contribución al conocimiento de las facies litopaleontológicas del Cretáceo de las Baleares y del SE. de España".—Géologie des pays catalans.
- CORTÁZAR, D., y PATO, M. (1882): "Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valencia".—Mem. Com. Mapa Geol. España. Madrid.
- DARDE PERICÁS, B. (1945): "Estudio geológico del S. de la provincia de Valencia y N. de la de Alicante".—Bol. Inst. Geol. Min. España, tomo LVIII. Madrid.
- DE SITTER: "Structural Geology".

- DUPUY DE LÔME, E., y NOVO, P. (1917): "Estudios hidrogeológicos en las proximidades de Murcia y Alicante".—Boletín Instituto Geológico de España. Madrid.
- DUPUY DE LÔME SÁNCHEZ, E. (1956): "Alumbramiento de aguas subterráneas en la provincia de Albacete".—Notas y Com. Inst. Geol., volumen 44. Madrid.
- Hojas geológicas escala 1:50.000 de Sagunto, Liria, Cheste, Navarrés, Almansa, Canals, Caudete, Onteniente, Venta del Moro y Alcalá de Chisvert.
- y MARÍN DE LA BÁRCENA, A.: Memorias y hojas geológicas a escala 1:50.000 de Montealegre, Jalance y Utiel.
- y SÁNCHEZ LOZANO, R. (1956): "El sistema cretáceo en el Levante español".—Mem. Inst. Geol., t. LVII. Madrid.
- Hojas geológicas a escala 1:50.000 de Ayora y Alcoy.
- y TRIGUEROS, E.: Hojas geológicas de Requena, Casas Ibáñez y Carcelén.
- FALLOT, P. (1945): "Estudios geológicos en la zona Subbética".—Con. Sup. Inv. Cient., Inst. "Lucas Mallada". Madrid.
- FEUGÈRE, G.: "Etude géologique détaillée de la région située a l'ouest du Pantano del Generalísimo, prov. de Valencia, Espagne".—D. E. S. París, 1959.
- GIGNOUX, M., y FALLOT, P. (1926): "Contribution a la connaissance des terrains neogènes et quaternaires marins sur les côtes méditerranéennes d'Espagne".—Comptes rendus du Congrès Géol. Intern. París.
- HAHNE, C.: "Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona".—Cons. Sup. Inv. Cient. Inst. "Lucas Mallada". Madrid.
- "Das Keltiberische Gebirgsland östlich der Linie Cuenca - Teruel - Al-fambra".
- HUMBERT, M.: "Contribución al conocimiento geológico de la región de Arcos de Salinas".—Not. y Com. Inst. Geol. Min. Madrid, 1962.
- JENSSEN (1927): "Die spanische Ost-Küste von Cartagena bis Castellón".—Arch. Anz. S. 235.
- JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1907): "Sobre geología del Sudeste de España". Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VI. Madrid.
- LOTZE, F.: "Estratigrafía y tectónica de las cadenas paleozoicas celtibéricas". Cons. Sup. Inv. Cient. Madrid, 1954.
- MALLADA, L. (1895-1911): "Explicación del Mapa Geológico de España".—Mem. de la Com. del Mapa Geol. Madrid.

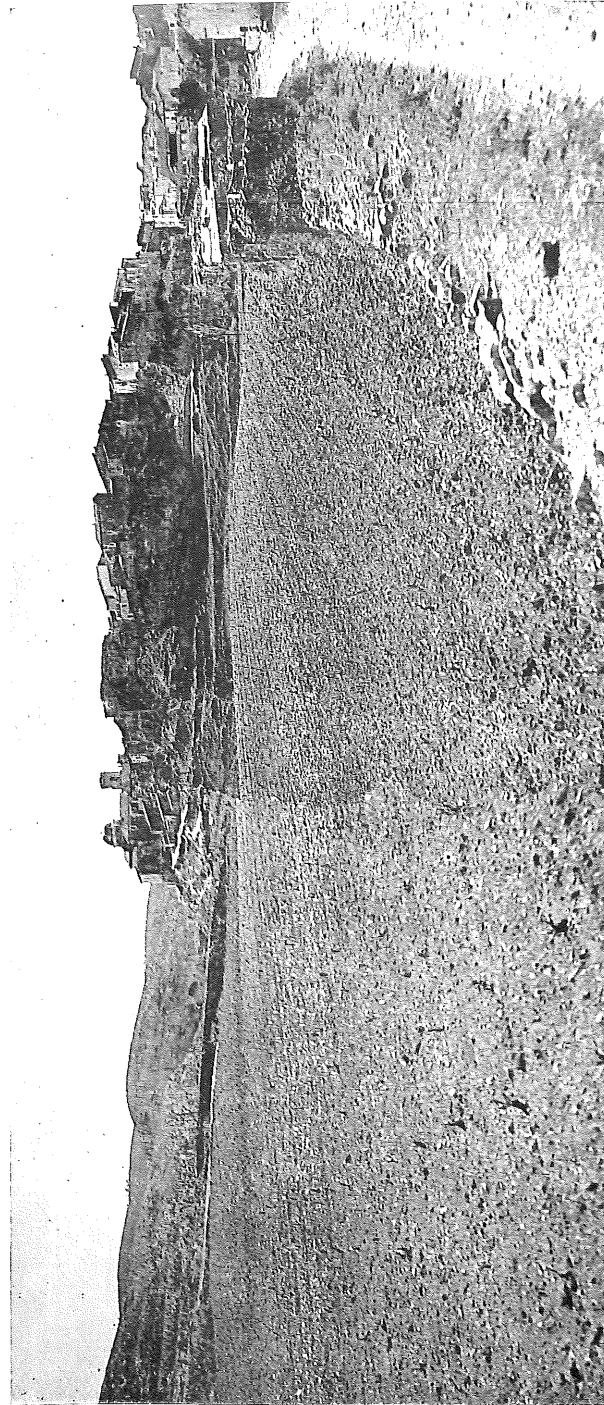
- MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. Escala 1:400.000.—Inst. Geol. y Min. de España.
- Escala 1:1.000.000.—Inst. Geol. y Min. de España. Edic. 1952 y 1956.
- MONTADER, L.: "Contribution a l'étude géologique de la région de Chelva, prov. de Valencia, Espagne".—D. E. S. París, 1957.
- NICKLÉS, R. (1896): "Sur les terrains secondaires des provinces de Murcia, Almerie, Granade et Alicante".—Bol. Com. Mapa Geol., t. XXIII. Madrid.
- (1895): "Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la province d'Alicante et Sud de la province d'Valence".—Bol. Com. Mapa Geol., t. XX. Madrid.
- PENTECOTE, R.: "Les series primaires et secondaires du río Turia, prov. de Valencia, Espagne". D. E. S. París, 1957.
- QUINTERO, J., y REVILLA, J. (1958): "Algunos fósiles triásicos en la prov. de Valencia".—Not. y Com. Inst. Geol. Madrid.
- (1958): "Yacimientos fosilíferos del Mioceno continental de la prov. de Albacete".—Not. y Com. Inst. Geol. Madrid.
- RAMBAUD (Dominique): "Descripción geológica de Tuéjar (Valencia)".—Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Madrid, 1962.
- REVILLA, J. (1958): "Neritinas de la Fuente del Viso".—Not. y Com. Inst. Geol. Madrid.
- RICHTER, G., y TEICHMÜLLER, R. (1933): "Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten".—Berlín.
- RICHTER (1930): "Die iberischen Ketten zwischen Jalon und Demanda".
- ROTHE, B.: "Etude géologique détaillée de la région d'Aras de Alpuente, prov. de Valencia, Espagne". D. E. S. Dijon, 1959.
- ROYO GÓMEZ, J. (1926): "Notas geológicas sobre la prov. de Valencia".—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. Madrid.
- "Sobre algunos restos de reptiles wealdicos de Benageber (Valencia) y Morella (Castellón)".
- SÁENZ, C. (1932): "Notas para el estudio de la facies wealdica española".—As. Esp. Progr. de las Ciencias.
- SCHLOSSER, M.: "Über Tertiär und weissen Jura von Chelva in der Provinz Valencia".—Min. Geol. Mal. S. 340. 1919.
- SCHRÖDER, E.: "Das Grenzgebiet zwischen Keltiberischen Gebirge und Guadarrama".
- SORIANO, J.: "Estudio industrial de yacimientos de turba del litoral de las provincias de Valencia y Castellón".—Bol. Ofic. Min. y Metalurgia, junio, 1922.
- TAYLOR, HARRIS and WALPER: "Relation of deformational fractures in sedi-

mentary rocks to regional and local structure".—Bulletin AAPG-12/60.

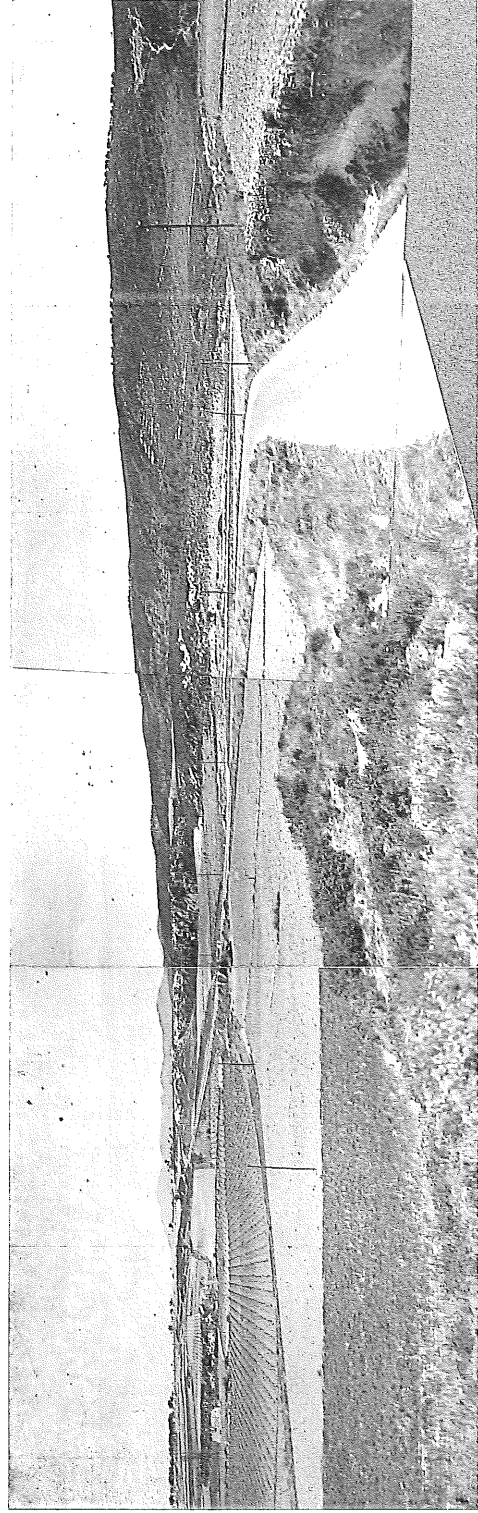
VERNEUIL, E., y COLLOMB, E. (1854): "Itineraire geognostique dans le SE. de l'Espagne".—Bull. Soc. Géol. France. París.

VILANOVA Y PIERA, J. (1881-1884): "Reseña geológica de la prov. de Valencia".—Bol. Soc. Geogr. Madrid.

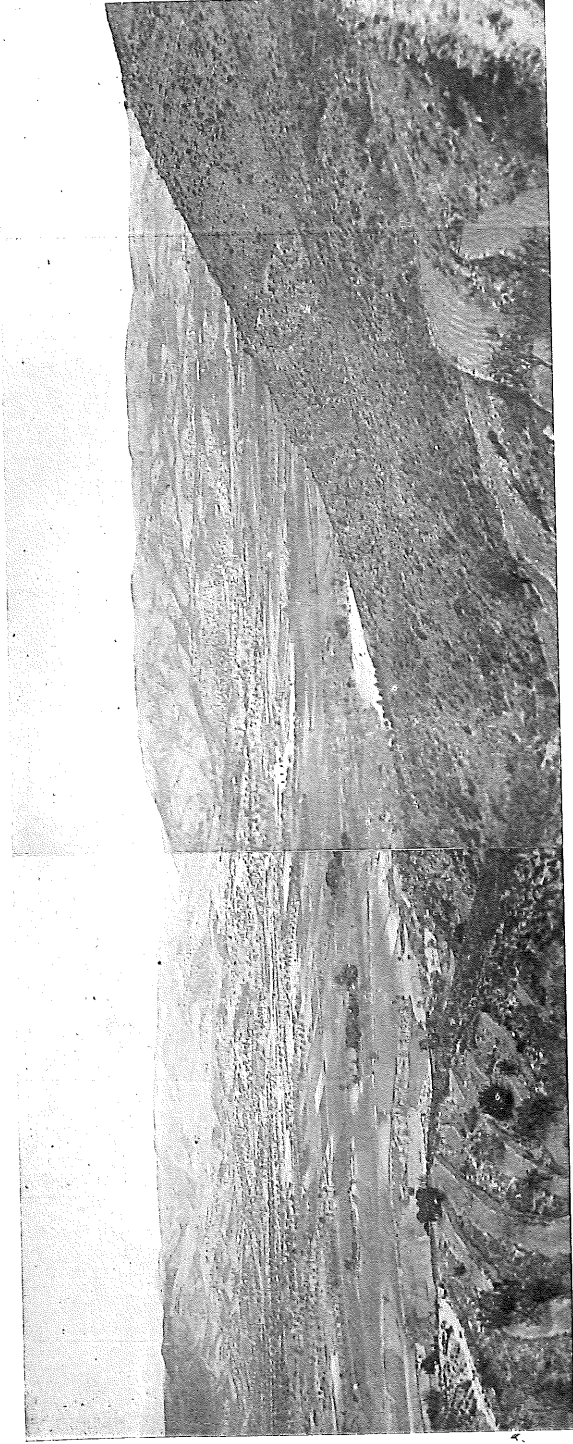
HOJA NÚM. 593.—CUEVAS DE VINROMÁ



Fot. 1.—Cuevas de Vinromá, sobre molasas y calizas pontienses.



Fot. 2.—Panorámica desde Torre Endomenech. A la derecha, Aptense. En el centro, Pontense y Cuaternario.



Fot. 3.—Serie jurásica del flanco SO. de la Sierra Esparraguera (paraje Rocas Negras).
Al fondo, Aptense de la Sierra Ensegures.



Fot. 4.—Jurásico superior en el flanco oriental de la Sierra Esparraguera. Obsérvese la fractura longitudinal paralela a la crestería. En primer término, Wealdense y Aptense.



Fot. 5.—Serie monoclinal de Jurásico superior en el flanco SO. de la Sierra Esparraguera.



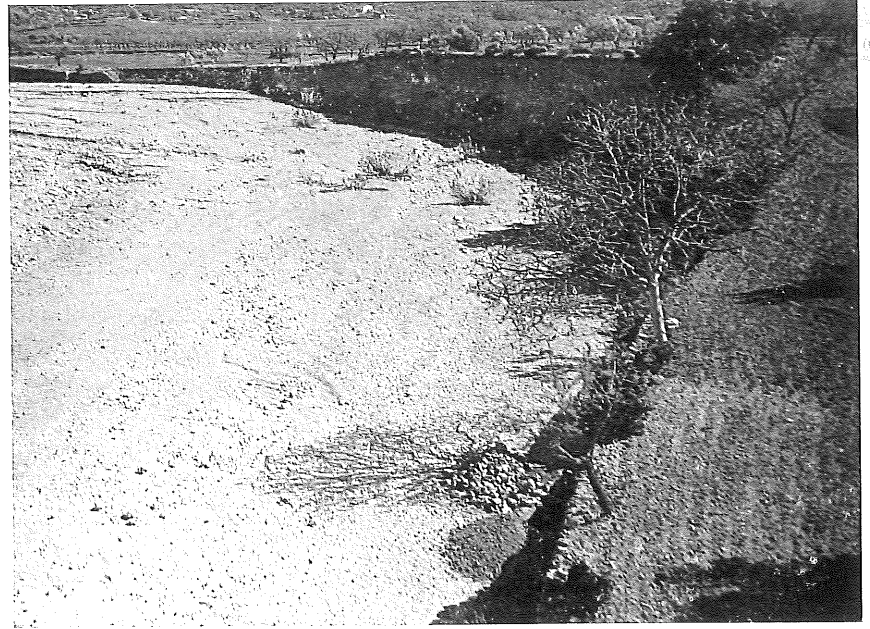
Fot. 6.—Aptense. Lumaquela de *Ostrea*. Paraje Coll d'Alba, al norte de Vall d'Alba.



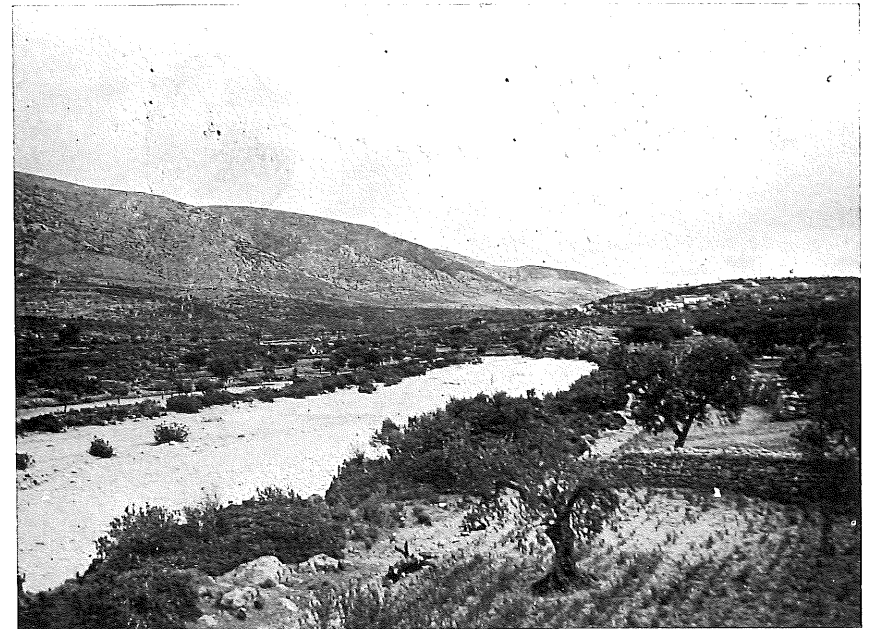
Fot. 9.—Yesos y arcillas del Keuper. Cantera abandonada al NE. de Adzaneta.



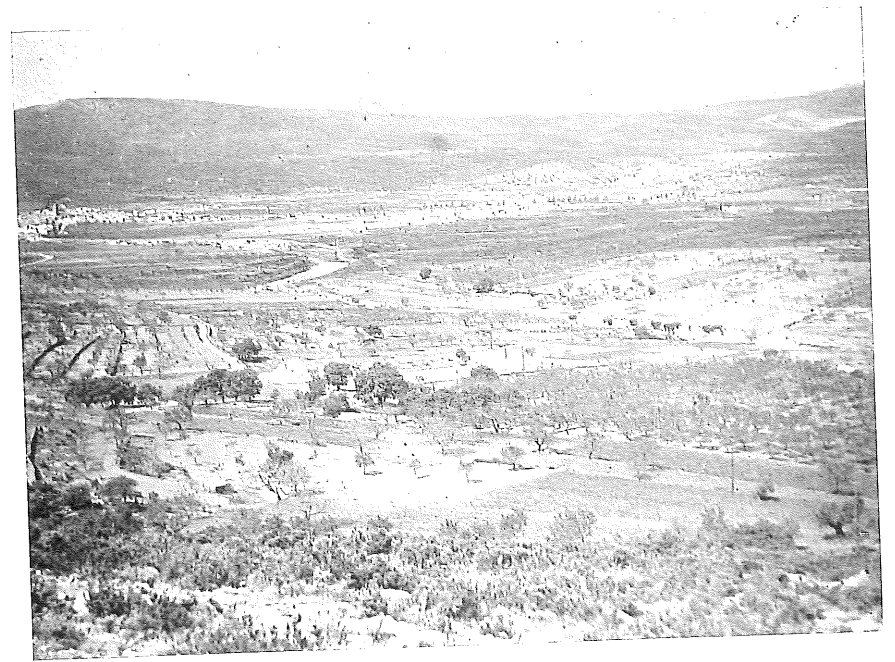
Fot. 10.—Oquedades en conglomerados del Pontianense. Dan nombre



Fot. 11.—Depósitos de gravas en la rambla Monleón, paraje El Surco.



Fot. 12.—Gravas cuaternarias en la rambla Carbonera. Al fondo, el Morrón Blanco (Jurásico) de la Sierra Esparraguera.



Fot. 13.—Panorámica del valle cuaternario de Adzaneta.



Fot. 14.—Cuaternario de Villanueva de Alcolea. Al fondo, Aptense.