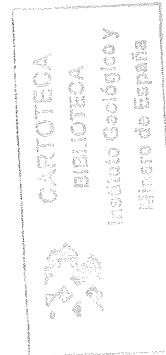


R. 16557

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



# MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1 : 60.000



EXPLICACION

DE LA

HOJA N.º 594

# ALCALA DE CHISVERT

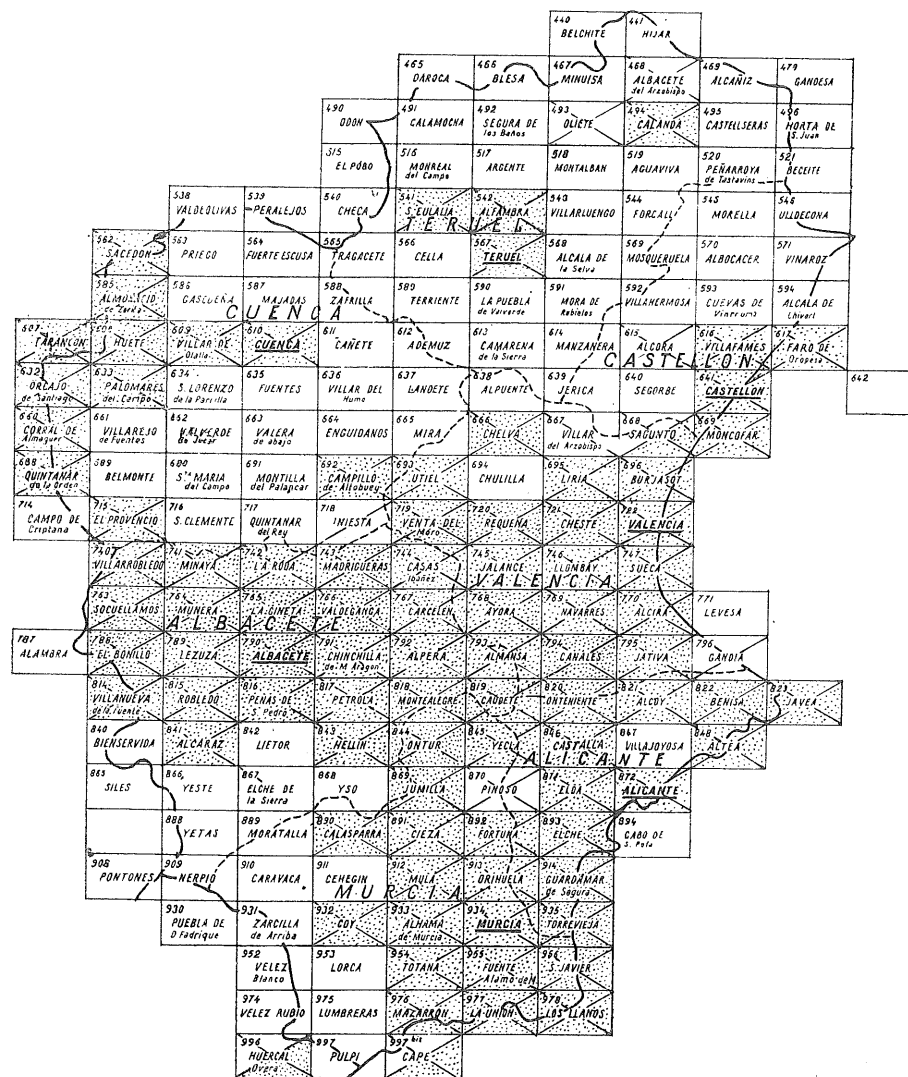
(VALENCIA-CASTELLÓN)

M A D R I D  
TALLS. GRAFS. VDA. DE C. BERMEJO  
J GARCÍA MORATO, 122.—TEL. 233-06-19  
1 9 6 3

SEXTA REGION GEOLOGICA  
SITUACION DE LA HOJA DE ALCAIA DE CHISVERT, NUMERO 594

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

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.



PERSONAL DE LA SEXTA REGION GEOLOGICA

Jefe: D. José M.<sup>a</sup> Fernández Becerril.

Subjefe: D. Enrique Dupuy de Lôme.

Ingenieros: D. Emilio Trigueros Molina, D. Antonio Quesada García, D. Antonio Marín de la Bárcena y D. Agustín Navarro Alvargonzález.

# INDICE

	Págs.
I.—Antecedentes y rasgos geológicos... ..	5
II.—Rasgos de geografía física y humana... ..	13
III.—Estratigrafía... ..	19
IV.—Tectónica... ..	47
V.—Hidrología subterránea... ..	57
VI.—Minería y canteras... ..	75
VII.—Bibliografía... ..	79

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLÓGICOS

#### a) *Antecedentes*

Hemos llevado a cabo el estudio de la Hoja de Alcalá de Chisvert en la primavera y verano de 1962, con motivo de los estudios hidrogeológicos que el Instituto Geológico ha emprendido en esta zona.

Al comenzar el recorrido de la misma nos hemos percatado de que los problemas estratigráficos y tectónicos que aquí se encuentran presentaban notable interés, cuyo interés justificaba el que las investigaciones geológicas en la zona se llevasen a cabo de forma más extensa, y que, en consecuencia, fuera realizado el estudio de la Hoja número 594.

Ya en años anteriores habíamos estudiado la Hoja de Sagunto, situada bastante al Sur de la que ahora nos ocupa, pero en la cual comienzan ya a presentarse los mismos fenómenos geológicos que caracterizan a esta zona costera de la provincia de Castellón.

Son escasas las publicaciones geológicas que conocemos sobre esta interesante región, y gran parte de ellas consisten en descripciones geológicas y geográficas generales, realizadas hace ya muchos años, y ampliamente superadas por los trabajos más recientes.

No entramos, por lo tanto, en el análisis de estas primeras publicaciones, algunas de las cuales aparecen reseñadas en la bibliografía adjunta.

Los trabajos más interesantes son los llevados a cabo por el Instituto Geológico de Gottinga, 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 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 S. E. de España».

El límite septentrional de este trabajo queda ya al Sur de la Hoja de Alcalá de Chisvert. 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 doctor 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 forzadamente 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 geológica 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 Teichmüller, de gran interés para el estudio general de los proble-



mas 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 geológicos-petrolíferos en esta zona costera de la provincia de Castellón.

De época muy reciente es el «Estudio geológico de la Sierra de Albarracín», publicado en 1959 por el doctor 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 recentísima 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 período 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 Tuejar (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, Feugere y Montadert, pero desgraciadamente, sus trabajos no han sido publicados todavía.

En la época en que hemos hecho el estudio de la Hoja de Alcalá de Chisvert, estaban publicadas las Hojas geológicas, a escala de 1:50.000, de Sagunto, Castellón, Villafamés y Faro de Oropesa, que se refieren a la zona situada al Sur de Alcalá de Chisvert.

#### b) Rasgos geológicos

La geología de la zona estudiada, si bien no es complicada en cuanto a la variedad de las formaciones que en ella afloran, sí lo es en lo que se refiere a la abrupta topografía, que dificulta los itinerarios geológicos, y a la compleja disposición de los elementos tectónicos, en un país muy fracturado, lo cual es causa de que, en ocasiones, sea difícil seguir la continuidad de las series geológicas.

La ausencia de macrofósiles en una parte importante de la serie estratigráfica dificulta asimismo la clasificación de los diferentes niveles, para cuya clasificación, en general, es preciso acudir al análisis de la microfauna de muestras recogidas sobre el terreno.

Hemos podido distinguir la serie estratigráfica siguiente, cuyos términos inferiores no afloran en la zona objeto de nuestro estudio, pero sí en sus proximidades:

#### *Paleozoico*

Formaciones metamórficas atribuibles al Siluriano.  
Cuarzitas y pizarras.

#### *Triásico*

a) *Buntsandstein*. Conglomerados y arcillas rojo-vinoso en la base. Areniscas y arcillas en la zona inferior. Predominantes arcillas con bancos de arenisca intercalados en la parte media. Arcillas pizarreñas 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 muy sabulosas.

#### *Suprakeuper y Rético.*

Calizas dolomíticas y carniolas. Calizas francas azoicas.

#### *Lías.*

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

#### *Jurásico.*

a) *Dogger*. Margas y calizas margoso-calizas francas tableadas.

b) *Malm*. Predominantemente calizas francas, bien estratificadas, con escasísimos 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 ocre, ferruginosas. Calizas sabulosas.

#### *Mioceno*

a) Conglomerados post-orogénicos. b) Formaciones detríticas en deltas antiguos. c) *Pontiense*. 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, debido 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 post-orogénica dieron origen a fracturas que complicaron la disposición de los accidentes tectónicos.

Finalmente, fenómenos orogénicos muy recientes, y especialmente una intensa descompresión post-miocena, 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.

## CAPITULO II

### RASGOS DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA.

#### a) *Generalidades.*

La Hoja de Alcalá de Chisvert está situada en la zona costera de la provincia de Castellón, al Norte de la capital.

Se trata de un país montañoso y abrupto, en el que las zonas bajas se hallan muy pobladas y excelentemente comunicadas, mientras que las áreas de montaña están prácticamente deshabitadas y sólo son accesibles por senderos, a veces incluso difícilmente practicable a pie.

El país, como veremos más adelante, es rico, especialmente por su agricultura y la bondad del clima en las zonas bajas, pero aquélla viene frecuentemente condicionada por las disponibilidades de agua para riegos.

Desde época muy reciente, el incremento del turismo en las costas mediterráneas españolas ha creado una verdadera revolución en cuanto a la consideración que estas zonas costeras habían merecido. De este modo, el valor del terreno en la costa se ha multiplicado por más de cien, en el espacio de breves años, y las construcciones de recreo en la zona litoral han comenzado a proliferar. Ello ha creado el desarrollo de nuevas vías de comunicación, nuevos abastecimientos de agua, etc. etc.

En la costa que ahora consideramos, es extraordinario el desarrollo que, desde el punto de vista turístico, ha adquirido el área desde Castellón a Benicasim, e incluso al Norte de esta ciudad.

Todavía más al Norte, comienza a ser interesante la evolución, para el turismo, de la zona de Oropesa. Entre ésta y Alcocebre, la existencia de grandes lagunas y turberas frenará la expansión turística, pero el área entre Alcocebre y Peñíscola (en la zona Norte de la Hoja), de gran belleza natural, tiene un indudable porvenir turístico.

co, si la especulación (hoy en día ya en marcha) no frena su desarrollo.

### b) Orografía

La zona que estudiamos es, como ya hemos dicho, francamente montañosa.

Está atravesada por tres cadenas de montañas, cuya traza, paralela a la costa, coincide, como veremos más adelante, con la de las alineaciones tectónicas predominantes en la región.

La más oriental constituye la cadena costera que se extiende desde Alcocebre a Peñíscola. A pesar de su proximidad a la costa, la altura media de la crestería principal oscila entre los 400 y 500 m., y el punto más alto detro de la Hoja de Alcalá de Chisvert, el vértice Campanillas, tiene 573 m. de altura.

Paralela a ella, pero separada por un valle longitudinal, se encuentra, hacia el Oeste, la Sierra de Estopel, o del Castillo de Alcalá. Sus cotas son menores y oscilan entre los 300 y 400 m. Al Sur de la depresión que atraviesa el Río Cuevas, se continúa esta misma alineación montañosa a lo largo de las colinas que se extienden al Oeste de Torreblanca. La altura de estas colinas no es superior a los 200 metros.

Finalmente, la tercera alineación montañosa discurre al Oeste de Alcalá de Chisvert, y paralela a estas dos anteriores. Su cota máxima, dentro de la zona que estudiamos, es de 410 metros.

Los valles que se encuentran entre estas zonas montañosas dan lugar a las áreas fértiles del país, donde se encuentran los cultivos y los núcleos de población, y por donde discurren las vías de comunicación.

### c) Hidrografía

No existen, en la zona que estudiamos, verdaderos ríos con caudal continuo a lo largo de todo el año. Son, en cambio, relativamente frecuentes las ramblas, cuyo caudal es nulo en estiaje, pero muy abundante, e incluso torrencial, en las épocas de lluvias.

La más importante de la zona es la llamada «Río de San Miguel» o «Río Cuevas», que atraviesa la Hoja de NO a SE, y desemboca en el mar entre Torrenostra y Alcocebre. Su caudal en invierno es grande, y, a veces tumultuoso, como prueban las graveras que jalonan

su cauce. En estiaje el caudal es prácticamente nulo, pero el cauce es rico en aguas subálveas, que debieran ser objeto de explotación.

Salvo el río de San Miguel, los restantes cursos de agua son únicamente pequeños arroyos de caudal irregular.

La región, en cambio, es rica en aguas subterráneas, y al aflorar éstas, en contacto con el agua de mar, en las zonas costeras, dan lugar en ellas a áreas pantanosas, marjales, e incluso turberas importantes.

Más adelante volveremos a ocuparnos de esta interesante cuestión.

### d) Climatología

El clima de la región es de tipo mediterráneo, con veranos calurosos e inviernos en general suaves. En las zonas bajas costeras las heladas son prácticamente inexistentes, lo que permite el cultivo del naranjo.

Este aparece limitado, aproximadamente, a la cota 100, a partir de la cual, en líneas generales, comienza a presentarse el peligro de las heladas invernales.

El viento del Este y Nordeste es templado y húmedo; el del Oeste y Suroeste, en general, seco, frío en invierno y caluroso en verano.

Publicamos a continuación unos datos climáticos sobre esta zona, obtenidos en las estaciones meteorológicas próximas a la misma.

M E S E S	Precipitación		Lluvia total en m/m.	Lluvia má- xima en un día	Fecha	Días de				
	Días de lluvia	Días de nieve				Rocio	Escarcha	Niebla	Tormenta	Granizo
Enero.....	4	1	17,0	11,2	10	—	—	0	—	—
Febrero.. .	1	0	0,1	0,1	17	—	—	3	—	—
Marzo.....	3	0	103,9	91,6	28	—	—	0	—	—
Abril.....	6	0	23,0	9,6	19	—	—	1	—	—
Mayo.....	5	0	27,4	25,0	13	—	—	0	—	—
Junio.....	1	0	1,5	1,5	9	—	—	0	—	—
Julio.....	1	0	0,4	0,4	29	—	—	0	—	—
Agosto.....	7	0	46,6	33,0	26	—	—	0	—	—
Septiembre...	1	0	9,0	9,0	30	—	—	0	—	—
Octubre.....	5	0	42,2	25,6	23	—	—	0	—	—
Noviembre...	0	0	0,0	0,0	—	—	—	0	—	—
Diciembre...	6	0	11,8	48,5	5	—	—	0	—	—
Año.....	40	1	390,0	91,6	28/3	—	—	4	—	—

e) *Vías de comunicación*

Como ya hemos dicho en páginas anteriores, las vías de comunicación en la zona que nos ocupa se hallan muy desigualmente repartidas.

La carretera nacional de Valencia a Barcelona, atraviesa la Hoja de Norte a Sur, pasando por Torreblanca y Alcalá de Chisvert. De ella parten los siguientes ramales:

- a) De Torreblanca a Torrenostro, en la costa.
- b) De Torreblanca a la carretera de Zaragoza a Castellón, atravesando al Oeste de Torreblanca, un interesante corte del Cretáceo.
- c) Del Km. 111, a Alcocebre, en la costa.
- d) De Alcalá de Chisvert a la Iglesuela, permitiendo también un interesante corte del Cretáceo, al Oeste de Alcalá de Chisvert.

Finalmente, desde Alcocebre, y paralelo a la costa, parte un camino que conduce a Peñíscola y, que, en su primera mitad, es transitable para vehículos todo-terreno. Este camino facilita extraordinariamente el estudio de la parte septentrional de la Hoja, y, por la belleza de la zona que atraviesa, podría llegar a ser, transformándolo en carretera, una importante vía turística.

Entre los P. K. 111 y 112 de la carretera de Barcelona parte, hacia el Norte, el camino de Estopel, también utilizable en su primera parte por vehículos todo-terreno, y que facilita asimismo el estudio de esta parte septentrional de la Hoja.

El resto de los caminos de la zona son únicamente senderos de herradura, pero llegan a penetrar hasta la parte central de las zonas montañosas, por lo que los itinerarios a pie por estos caminos hacen posible el estudio geológico de estas zonas de difícil acceso.

Finalmente, el ferrocarril de Barcelona a Valencia atraviesa también de Norte a Sur la totalidad de la Hoja, y tiene estación en Alcalá de Chisvert y apeadero en Torreblanca.

Por razones topográficas discurre este ferrocarril, en la zona estudiada, por formaciones del Mioceno superior y Cuaternario, por lo que el recorrido de sus trincheras ofrece en general escaso interés.

f) *Agronomía*

La distribución de los cultivos, por razones de topografía y clima, es asimismo muy irregular en el interior del área estudiada.

En las zonas bajas que se extienden desde el borde meridional de la Hoja hasta Alcocebre, y comprendidas, en líneas generales, entre la cota 20 y la cota 60, predomina el cultivo del naranjo. Su mayor extensión había quedado limitada por las disponibilidades de agua para riego, pero recientemente se han llevado a cabo nuevas labores de captación y alumbramiento de agua, y ello ha permitido extender notablemente este cultivo. En un futuro próximo es fácil prever que, prácticamente, la totalidad de la franja a que nos referimos quede dedicada al cultivo del naranjo.

La franja costera, también desde el borde meridional de la Hoja hasta Alcocebre, está prácticamente ocupada por lagunas, marjales y turberas, en las que, además, el agua es suficientemente salobre para impedir toda clase de cultivos. En las áreas marginales de esta zona se han llevado a cabo labores de drenaje, y rescate de tierras, y se ha desarrollado en ellas el cultivo del arroz. Es indudable que una labor adecuada de desecación podría poner en valor estas enormes extensiones de tierras llanas, en las que podría desarrollarse una próspera agricultura.

Al Oeste y Suroeste de Alcocebre existen también tierras llanas en las que podría cultivarse el naranjo, pero en la actualidad se carece de agua para este cultivo.

El Valle del Estopel, en la parte central de la Hoja, tiene cultivos de cereales y viña, algunos de ellos de regadío.

En el amplio Valle de Alcalá de Chisvert, las disponibilidades de agua para riegos son muy escasas. Existen aquí cultivos de secano, y en especial, viña y cereales. Entre las especies arbóreas, en estas zonas de secano, predominan el algarrobo y el olivo.

Las zonas montañosas están ocupadas por monte bajo y pinares. Desgraciadamente, una tala abusiva continua, llevada a cabo en épocas anteriores, ha producido una deforestación casi completa de estas sierras. Actualmente existen ordenaciones que regulan la extracción de madera, pero, ello, no obstante, sería de desear que una vigilancia enérgica, y una repoblación intensiva, volviesen a crear lo que en tiempos pasados hubieron de ser espléndidos pinares.

Entre las especies de monte bajo se encuentran, preferentemente, el tomillo, el romero y la aulaga.

g) *Núcleos de población*

La población se halla también muy desigualmente repartida en el interior de la zona comprendida en la Hoja de Alcalá de Chisvert.

En los valles y zonas cultivadas se encuentran los núcleos de población, mientras que las áreas montañosas están prácticamente deshabitadas.

El pueblo más importante de la Hoja es Alcalá de Chisvert, que constituye un buen nudo de comunicaciones, sobre la carretera y ferrocarril de Valencia a Barcelona. Tiene una población aproximada de 7.000 habitantes, la mayor parte de los cuales se dedica a la agricultura. Existen algunas pequeñas industrias locales, especialmente de alfarería y cerámica, además de las derivadas de la agricultura.

Torreblanca, situada también sobre la carretera de Valencia a Barcelona, y muy próxima al ferrocarril, tiene una población aproximada de 5.000 habitantes. Se trata también de una población de carácter esencialmente agrícola, con pequeñas industrias y comercio de carácter local. A causa principalmente de su situación sobre la carretera general, es posible encontrar en Torreblanca adecuado alojamiento y vehículos de alquiler.

En la playa de Torreblanca se encuentra el pequeño caserío de Torrenostrá, que es esencialmente una agrupación de casas de pescadores.

Es notable observar este fenómeno tan frecuente en el litoral mediterráneo y que consiste en que los núcleos de población, aún próximos a la costa, se hallan siempre distantes unos kilómetros de ella, y han vivido realmente hasta la fecha de espaldas al mar. La razón de este fenómeno habría que buscarla en motivos estratégicos y de protección, y en el mayor predominio que en la región ha alcanzado la agricultura sobre la pesca.

Finalmente, el pueblo de Alcocebre, situado (como decimos, excepcionalmente) sobre la misma costa, es hoy una aldea de agricultores y pescadores, pero a la que espera, a nuestro juicio, un excelente porvenir turístico.

## CAPITULO III

## ESTRATIGRAFÍA

a) *Generalidades*

Como ya hemos dicho en las primeras páginas de esta Memoria, la Estratigrafía de la zona que nos ocupa no es en sí excesivamente compleja, a causa de la escasa diversidad de las formaciones que en ella afloran: pero presenta dificultad su estudio, ya que son muy frecuentes los accidentes tectónicos que enmascaran la continuidad de las series, y para algunas formaciones se encuentran, además, escasísimos restos fósiles.

Las series que afloran en el interior de la Hoja de Alcalá de Chisvert corresponden en su totalidad, al Jurásico, Cretáceo, Mioceno superior y Cuaternario Creemos, sin embargo, que expresaremos mejor la constitución geológica del país, si, además de la descripción de las formaciones que afloran en la Hoja que estudiamos, incluimos en este capítulo una somera referencia a las series que se encuentran en su substratum, aunque no lleguen a aflorar. Ello con mayor motivo, teniendo en cuenta que de estas series inferiores se encuentran afloramientos en puntos muy próximos a la Hoja de Alcalá de Chisvert.

b) *Paleozoico*

En el área situada el SO. de la Hoja de Alcalá de Chisvert, afloran sedimentos paleozoicos, cuya edad, en el estado actual de su conocimiento, no ha podido todavía fijarse con exactitud.

En Borriol y Villafamés, describe el profesor Lotze afloramientos de bancos de grauwacas muy ricas en mica, que alternan con pizarras arcillosas, algo margosas, azul oscuras y gris verdosas. Accidentalmente se encuentran potentes bancos de areniscas grauwáquicas duras, de grano muy grueso, y hasta como conglomerado

menudo, que encierran localmente grandes bloques de arcilla. Algunos de los bancos de grauwaca presentan restos de plantas muy mal conservadas e indeterminables. Por esto, y por el carácter petrográfico del conjunto, parecen corresponder a depósitos muy próximos a la costa y aún continentales.

Recuerda toda esta formación, según el profesor Lotze, a las grauwas y pizarras arcillosas del Priorato, en la provincia de Tarragona, atribuidas por el Dr. Sohriel al Devoniano superior o al Culm.

Los autores de la Hoja de Villaiamés citan también otro afloramiento de esta misma formación al Noroeste de Benicasim, muy cerca ya de la zona que estudiamos. Atribuyen los autores esta formación al Carbonífero, aún sin poderse apoyar en datos paleontológicos.

Parece evidente, sin embargo, que en el substratum de la región se encuentran sedimentos del Devoniano y Carbonífero, en facies muy litoral, y quizá con episodios lacustres, y no metamorfizados.

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

### c) Triásico

El Triás adquiere gran importancia en el desarrollo del substratum del área considerada, y los afloramientos triásicos son muy extensos al Sur y Suroeste de la zona que ahora estudiamos.

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

Se presenta el Triás de la región con facies germánica típica, e incluso con mayores analogías al Triás 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 m. de espesor visto.

En el área del Garbí, 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 areniscas micáceas 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 m.

En cuanto al Muschelkalk, en el estudio de la Hoja de Sagunto vimos que estaba constituido por unos 80 m. 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 Bronin*, Alb.

*Anodonta aff. Fassaensis*, Wiss.

*Mytilus Aduliformis*, Schlot.

*Nucula Goldfussi*, Alb.

*Myopheoria Vulgaria*, Schlot.

*Myopheoria Sublaevis*, Schmidt.

*Myopheoria 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, Wurms, 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 NO. 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, si no la totalidad, del Rético.

En la zona estudiada alcanza el Suprakeuper un espesor del orden de los 100 a 150 m., y está constituido por carniolas en la base, que pasan hacia arriba a calizas dolomíticas grises, tableadas o bien estratificadas, las cuales se continúan por calizas en masas, azoicas.

Ninguno de los términos de la serie triásica, y tampoco el Suprakeuper, llega a aflorar en el interior de la Hoja de Alcalá de Chisvert.

Sin embargo, se encuentran, como ya hemos dicho, grandes afloramientos en las zonas próximas, y por ello hemos creído oportuno incluir esta somera descripción, en la Memoria de la Hoja que ahora estudiamos.

#### d) *Liásico*

Tampoco aparecen afloramientos del Lías en la Hoja de Alcalá de Chisvert, o al menos no nos ha sido posible comprobar la presencia de este piso en el interior de la zona estudiada. Sin embargo, existen afloramientos en zonas próximas, y es evidente su continuidad en el substratum de la que ahora recorremos, por cuyas razones creemos también oportuno citarlo, aunque sea sólo de pasada, en esta descripción geológica.

En el estudio de la Hoja de Chelva, y tanto basándonos en nuestras observaciones directas como en las de otros autores que han recorrido el país, pudimos hacer un corte bastante completo del Lías de la Ibérica, a cuyo corte nos remitimos con objeto de no hacer más extenso este párrafo.

También en la descripción de la Hoja de Sagunto, ya próxima al área que estudiamos, pudimos describir la forma en que se presenta el Lías en esta zona, la cual debe coincidir, en líneas generales, con la que presente en el substratum de la Hoja de Alcalá de Chisvert.

Comienza la serie con calizas en masas, en facies generalmente arrecifal, y en las que se realiza el tránsito del Rético al Hetangiense.

Siguen calizas margosas tableadas, que pueden corresponder al Sinemuriense, y sobre ellas, margas amarillas, con intercalaciones de arenisca o caliza arenosa, y fauna del Charmoutiense y Toarciense.

Sobre estas margas descansan calizas margosas más consistentes, y calizas francas, conteniendo este paquete fósiles del Toarciense.

Finalmente, siguen bancos calizos tableados, y otros más gruesos, en cuya zona debe realizarse el tránsito del Lías al Dogger.

#### e) *Jurásico*

En cuanto a la serie jurásica, aunque no completa, aflora en extensiones considerables de la hoja de Alcalá de Chisvert, por lo que consideramos oportuno detenernos más en su descripción.



Ignoramos si en publicaciones anteriores han sido descritos los afloramientos jurásicos de la zona que estudiamos. No nos han sido posible encontrarlos en ninguna de las publicaciones o mapas consultados, por lo que, salvo error por nuestra parte, cabe la posibilidad de que aparezcan descritos por primera vez en la presente publicación.

### *Dogger.*

El Dogger de la Ibérica fue asimismo descrito en la Hoja de Chelva, así como en varias otras publicaciones geológicas de la región.

En general su desarrollo es escaso, y en la zona de Chelva puede estimarse comprendido entre 50 a 100 m. de calizas tableadas con algún nivel margoso intercalado, fosilífero.

Del mismo modo, en el área del Vall de Uxó, puede atribuirse al Dogger un espesor análogo de calizas, en ocasiones margosas, estratificadas en bancos regulares, y en las que no nos fue posible encontrar macrofósiles.

Los autores de la Hoja de Villafamés no describen en ella afloramientos jurásicos, pero esto creemos debe ser debido a un error de interpretación.

Tampoco aparece descrito el Jurásico en las publicaciones de Carlos Hahne, aunque se hace referencia a él en la interpretación de algunos accidentes tectónicos.

Carecemos, en consecuencia, de datos suficientes para poder hacer una descripción del Dogger en las inmediaciones de la zona estudiada y hemos de limitarnos, en consecuencia, a las referencias antedichas, aunque se refieren a zonas ya relativamente alejadas de la que nos ocupa.

Tampoco nos ha sido posible encontrar afloramientos del Dogger en el interior de la Hoja de Alcalá de Chisvert, pero en algunas zonas debe, en función de los espesores previstos y la disposición tectónica de las series, encontrarse muy próximo a la superficie, por lo que lo hemos hecho figurar en alguno de los cortes geológicos generales de la zona.

### 2. *Malm.*

El Malm es el primer piso, dentro de la serie que estamos describiendo, cuya presencia ha podido ser comprobada en el interior de la Hoja de Alcalá de Chisvert.

En general, el Malm de la Ibérica, por su mayor riqueza fosilífera, ha podido ser bien datado en los estudios llevados a cabo hasta la fecha.

Concretamente nos referimos a los estudios hechos en las Hojas de Liria, Buñol, y Chelva, en los que aparecen descritos cortes del Jurásico con suficientes datos paleontológicos para poder establecer una subdivisión.

En general, puede estimarse el Malm constituido por un espesor de unos 200 a 300 m. de margas calcáreas, margas arcillosas, calizas margosas tableadas y calizas francas, a veces en facies arrecifal.

En general predominan las margas en los términos inferiores de la serie, y es mayor su riqueza fosilífera.

En la zona que ahora estudiamos, el Malm es predominantemente calizo, y es notable su ausencia casi absoluta de macrofósiles, razón a la que debe atribuirse el que su presencia haya pasado desapercibida para otros autores que recorrieron anteriormente el país.

Aflora, en la zona que consideramos, un espesor del orden de 200 metros de calizas, que situamos en el Jurásico superior a causa de la microfauna encontrada en los términos superiores de la serie.

En las capas más bajas que afloran en la zona estudiada, se encuentran calizas tableadas, azoicas, que alternan con calizas margosas, de tonos claros, en las que tampoco nos ha sido posible encontrar restos fósiles. Situamos, a falta de otros datos, a esta serie en el Malm inferior.

Sobre ella, yacen calizas grises, bien estratificadas, duras y azoicas, y encima se encuentran calizas ocreas, blanquecinas o gris claro, con microfauna del Kimeridgense y Portlandés.

Aflora el Jurásico en la Sierra que se extiende al Este y Nordeste de Alcalá de Chisvert.

Al Norte del castillo aparece una serie de dolomías grises, azoicas, que dibujan un anticlinal y se sumergen, al Oeste, bajo el Mioceno. Sobre ellas yacen calizas blancas, frágiles, de fractura gris

claro, o rosada. Siguen calizas francas, de tonos pardos, ocres, o grisáceos.

El análisis microscópico de muestras de estas calizas tomadas en el paraje «Tolec», arrojó el siguiente resultado:

*Muestra núm. 1.* Caliza margosa finísima, plagada de finas fisuras rellenas de calcita.

Contiene la siguiente microfauna:

Actinoporella podólica.

Inoceramus (frg.).

Valvulinidos.

Munieria.

Serpula.

Robulus.

Ostracodos.

etc.

*Muestra núm. 2.* Matriz hialina, llena de oolitos finos, con

Miliólidos.

Equinodermos (frg.).

Valvulinidos.

Gasteropodos.

Salpingoporella.

Nautiloculina.

*Muestra núm. 3.* Matriz hialina, llena de restos.

Salpingoporella annulata.

Munieria bacónica.

Equinodermos.

Nautiloculina.

Valvulinidos.

Lituosepta.

Macroporella.

Actinoporella podolica.

Se trata en conjunto de una facies arrecifal con microfauna del *Portlandés*.

Más al Norte continúa la misma serie, hasta sobrepasar el límite septentrional de la Hoja.

Fuera ya de ella, en las canteras que se encuentran directamente al Sur de Peñíscola, existe un buen afloramiento de la formación.

Una muestra, próxima a la base de las canteras, arrojó, en su análisis microscópico, el resultado siguiente:

Caliza microcristalina, castaño clara. Matriz muy recristalizada, en granos romboédricos, con dolomitización parcial que respeta frecuentes oolitos, nódulos margosos pequeños, y diversos restos orgánicos: entre ellos:

Trocholina elongata.

Miliólidos.

Nummoloculina.

Ostrácodos.

Munieria bacónica;

microfacies arrecifal del *Kimeridgense superior*.

En el techo de la cantera aparecen calizas blanquecinas, bastas, con matriz hialina, que contiene nódulos margosos y abundantes restos.

Gasterópodos.

Ostrácodos.

Valvulinidos.

Actinoporella podólica.

Esta microfacies, de ambiente arrecifal, corresponde a capas muy próximas, estratigráficamente, de las del paraje «Tolec», y pertenece al *Portlandés*.

En la parte Norte del paraje Estopel, y al Suroeste del vértice Campanillas, aflora de nuevo la serie jurásica, que continúa hasta el límite Norte de la Hoja.

Un corte, de abajo a arriba, en este paraje, ofrece la siguiente sucesión:

a) Caliza cristalina, con nódulos margosos pequeños y oolitos incipientes. Tono amarillento claro. Contiene:

Equinodermos (frg.).

Valvulinidos.

Ophthalmididos.

Pseudocyclammina.

Ostrácodos.

Glomospira.

Microfacies nerítica del *Kimeridgense*.

b) Caliza castaño claro, recristalizada, brechoide. Pasta caliza cristalina, con módulos margosos y pequeños colitos incipientes. Contiene:

Equinodermos.

Lamelibránquios.

Valvulinidos.  
Trocholina.  
Ophthalmídeos,  
Ostrácodos.  
Valvulammina.  
Iberina.  
Pseudocyclammina.  
Gasterópodos.  
Nautiloculina.  
Miliólidos.  
Microfacies nerítica del Kimeridgense-Portlandés.

c) Caliza rojizo morada, recristalizada, en grano grueso. Pasta cristalina, recristalizada, en granos de forma romboédrica. Restos mal conservados, entre los que se distinguen:

Lamelibranchios (frg.).  
Equinodermos (frg.).  
Ophthalmídeos.  
Valvulinidos.  
Microfacies nerítica del Kimeridgense-Portlandés.

d) Caliza microcristalina gris claro, teñida de rojo-morado. Pasta margosa, con muchas fisuras rellenas de calcita y muy finas partículas detríticas, junto con frecuentes restos.

Glomospira.  
Ostrácodos.  
Valvulinidos.  
Ophthalmídeos,  
etc.

Facies que puede representar el Portlandés.

e) Caliza minocristalina, gris ocre. Pasta margosa, con muchas fisuras, finalmente detrítica y con frecuentes restos.

Ostrácodos.  
Calcificaciones de Charáceas.  
Cloroficeas lacustres.  
Ophthalmídeos,

Facies de transición marino-lacustre, característica del Pürbeckiense.

f) Caliza recristalizada, ocre-blanquecina. Pasta recristalizada en granos romboédricos, que borran una gran cantidad de menudos nódulos margosos y algunas calcificaciones de algas.

Corresponde al mismo ambiente salobre, y debe pertenecer al Pürbeckiense.

Más al Este, y ya frente al Mediterráneo, en el paraje de «La Balseta», afloran de nuevo las formaciones del Jurásico superior, parcialmente ocultas bajo sedimentos wealdenses.

Afloran aquí calizas margosas, que alternan con calizas francas, tableadas.

Muestras recogidas en este paraje dieron, en su análisis microscópico, el siguiente resultado:

Caliza recristalizada, fina, color pardo-ocre, rojizo.

Matriz caliza muy fina, en algunos puntos hialina, llena de restos orgánicos, y pequeños nódulos margosos redondeados.

Contiene, entre otros, los siguientes restos orgánicos:

Pseudocyclammina lituus.  
Ophthalmídeos.  
Miliólidos.  
Lithoporella.  
Trocholina.  
Valvulinidos.  
Equinodermos.  
Ostrácodos.  
Cayeuxia.  
Nautiloculina,

que refleja un ambiente arrecifal del Kimmeridgense superior-Portlandés.

Ligeramente al Norte, el camino que asciende al faro de Torre Madrin, proporciona un excelente corte de la serie jurásica.

Se encuentran aquí, en acantilados casi verticales, calizas margosas tableadas, de tonos amarillentos, grisáceos o blanquecinos, que deben representar la parte baja del Malm.

Sobre ellas yacen calizas francas, bien estratificadas, en facies análoga a la que acabamos de describir, y encima calizas margosas, grises y ocráceas, nodulares, que al microscopio ofrecen el siguiente análisis:

Calizas margosas, con fractura concoidea. Matriz caliza finísima, gran cantidad de nódulos margosos muy pequeños, y partículas cristalinas.

Únicamente, como restos orgánicos, se han reconocido dos coprolitos de crustáceos.

Facies marino-salobre atribuible al Portlandés-Püsbeckiense.

f) *Cretáceo*

1) *La facies wealdense.*

El problema de la repartición, facies y edad de los sedimentos wealdenses ha sido objeto de diversas controversias, pero gracias a los estudios llevados a cabo por diferentes autores, puede ya esta cuestión considerarse resuelta.

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 algunos 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, p. e.) 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 aflora 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 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 m. de areniscas, calizas y margas verdosas.

En Morella, el mismo autor describe unos 120 m. 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 m. 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 m. 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 Alcalá de Chisvert.

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 Pürbeckiense, en tránsito ya, 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 lo tanto, una cuestión de apreciación. El criterio seguido por nosotros es de cartografiar con la denominación de Aptense margoso 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 lamelibranquios 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.

Sin embargo, dentro de los reducidos límites de la zona estudiada, se produce ya una variación en las características de la sedimentación del Wealdense.

Así, en la parte Norte (Sierra del Portell, Norte de Estopel, parajes al Oeste de Torre Madún, etc.), el Wealdense superior es predominantemente margoso, con frecuentes (como ya hemos dicho) intercalaciones marinas.

En la zona meridional, en cambio, y concretamente al Oeste de Torreblanca, el Wealdense superior es predominantemente arenoso,

y comienzan a presentarse los bancos de arenas caoliníferas que tan potentes y característicos son al Oeste de la zona que ahora estudiamos.

## 2) *Aptense*

Como hemos visto, en el interior de la zona estudiada, al depósito de las series en facies wealdense, siguen, prácticamente sin solución de continuidad, las formaciones del Aptense propiamente dicho.

Se trata de formaciones marinas, de carácter somero, que varía de litoral a nerítico, y con facies frecuentemente arrecifal en una parte de las series.

La facies del Aptense es, en líneas generales, muy homogénea, tanto en la Ibérica como en el Prebético septentrional.

Entre los elementos constitutivos del Aptense, se encuentran casi sin excepción los siguientes:

Arcillas compactas, azoicas.

Margas ocre, ferruginosas, con frecuentes orbitolinas.

Areniscas con orbitolina y ostrea.

Margas arenosas fosilíferas.

Margas arcillosas muy fosilíferas.

Calizas compactas con ostreas y lamelibranquios.

Típica caliza de Toucasia.

Estos elementos se disponen en general en series alternadas, sin que sea posible precisar un orden determinado.

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.

Tal ocurre de modo especialmente acentuado en la zona que ahora estudiamos, de tal modo que nos es posible distinguir en ella en el Aptense dos niveles: uno inferior, predominantemente calizo, y otro superior, margoso.

Sobre las calizas superiores descansan bancos de margas sabulosas, y a continuación de ellos, arcillas y areniscas en las que se realiza el tránsito al Albense. No es posible, salvo que para ello se llevase a cabo un estudio monográfico muy detallado, establecer con seguridad, dentro de esta serie superior, el límite de Albense

y Aptense. En la cartografía anexa se ha situado este límite en margas arcillo-sabulosas, azoicas, y de carácter ya fluvio-lacustre.

Cabe, sin embargo, la posibilidad de que el límite definitivo pudiera quedar establecido 50 m. más alto o más bajo dentro de la misma formación.

Análogamente, y como dijimos anteriormente, no es posible fijar con absoluta exactitud la separación entre las formaciones margosas del Aptense inferior, y las series infrayacentes, de edad todavía aptense, pero en facies asimilable a la llamada wealdense.

Dentro de la zona estudiada, los asomos aptenses son extensos, y en ellos se presenta este piso muy completo y con notable desarrollo.

La gran riqueza fosilífera de determinados niveles ayuda asimismo a su identificación.

En la parte meridional de la Hoja, asoman las margas y calizas aptenses, dando origen a las alineaciones que se extienden, hacia el Sur y Suroeste, fuera ya de los límites de la zona estudiada.

Entre los P. K. 99 y 100 de la carretera de Barcelona, los asomos aptenses se encuentran, hacia el Oeste, muy próximos a la misma.

Afloran aquí calizas tableadas y bien estratificadas, con buzamiento hacia el NO.; y que, hacia el SE., dejan salir las margas infrayacentes, parcialmente recubiertas por depósitos terciarios.

Las calizas son recristalizadas, de tonos ocres y grises, y al microscopio dejan ver frecuentes fragmentos de:

Lamelibranchios.  
Valvulinidos.  
Equinodermos.  
Miliólidos.  
Valvulammina.  
Acicularia.  
Gasterópodos.  
Precuneolina.  
Ostrácodos.

reflejando un ambiente nerítico.

La serie continúa hacia el Norte, y es atravesada por las trincheras que ha excavado en la formación el desvío de la carretera general a su paso por Torreblanca.

En este buen afloramiento se observa la sucesión siguiente de arriba a abajo:

Dolomías sacaroideas grises.  
Calizas compactas.  
Margas grises nodulares.  
Calizas marmóreas.  
Margas calcáreas blanquecinas.  
Caliza margosa clara, compacta, sub-litográfica.

El análisis microscópico de la muestra intermedia de caliza compacta ofrece el resultado siguiente:

Caliza microcristalina, de fractura casi concoidea. Pasta margosa, con muchos huecos rellenos de calcita hialina, y frecuentes microfósiles:

Miliólidos.  
Precuneolina.  
Ophtalmídidos.  
Nautiloculina.  
Orbitolina.  
Acicularia.  
Macroporella.  
Coskinolina.  
Gasterópodos.  
Dictyopsella.

en un ambiente nerítico, como en el caso anterior.

Más al Oeste, la carretera que parte de Torreblanca, proporciona buenos cortes de la serie aptense. Comienza la serie con formaciones arenosas de facies wealdense, a las que siguen margas sabulosas y margas arcillosas compactas.

A continuación comienza a atravesarse una serie caliza potente.

En las calizas más bajas, compactas, de tonos ocres y amarillentos, el análisis microscópico demuestra la presencia de frecuentes nódulos pseudo-oolíticos, y escasa microfauna, entre las que predominan fragmentos de:

Equinodermos.  
Lamelibranchios.  
Melobesias.  
Valvulinidos.

Siguen a continuación calizas bien estratificadas, en bancos homogéneos, y sobre ellas calizas dolomíticas, grises, azoicas.

Encima aparecen calizas con fragmentos de ostrea, y sobre ellas bancos de caliza gris, materialmente cuajados de ejemplares de:

*Pseudotoucasia santanderensis*, Douv.

Sobre ellas aparecen calizas brechoides, de tonos ocres, con:

Equinodermos (frg.).

Lamelibranchios (frg.).

Miliólidos.

Valvulínidos.

Pequeños gasterópodos.

Coskinolina.

Valvulammina.

Ophthalmídidos, etc.

Finalmente, en la parte superior aparecen calizas bastas, grisáceas o blanquecinas, con fragmentos de *Toucasia*.

Una fractura interrumpe aquí la continuidad de la serie, y hacia el Oeste aparecen arcillas y arenas albenses, parcialmente ocultas bajo el Cuaternario.

Otro interesante corte del Aptense lo proporciona la Sierra del Portell, inmediatamente al Norte de los P. K. 112 y 113 de la carretera general de Barcelona.

De abajo a arriba se encuentra aquí la siguiente sucesión:

- 1) Margas arcillosas muy fosilíferas.
- 2) Calizas ocres, con *Pseudotoucasia santanderensis*, Douv.
- 3) Margas ocres, con orbitolinas.
- 4) Margas grisáceas, con abundantes orbitolinas.
- 5) Margas consistentes, calcáreas, también con orbitolinas, (El espesor visible del conjunto de esta serie es de unos 80 m.)
- 6) Gruesos bancos de caliza gris cuajada de *Pseudotoucasia santanderensis*, Douv.
- 7) Caliza recristalizada, ocre castaña, con:
  - Pseudochotofatella cuvillieri*.
  - Miliólidos.
  - Textuláridos.
  - Pseudocyclammima Lituus*.
  - Valvulammina.
  - Precuneolina.
  - Glomospirella*.
  - Rudistos (frag.).

Orbitolina.

Coskinolina.

Nummuloculina.

8) Caliza margosa, castaño rojiza, con abundante microfauna, entre la que se encuentran:

Lamelibranchios.

Equinodermos.

Orbitolina.

Melobesias.

Coskinolina.

Finalmente, coronan la serie, ligeramente discordantes, areniscas ocres ferruginosas, que atribuimos al Albense.

En las margas arcillosas de la parte inferior de la serie descrita, al Sur de la carretera general, hay abierta una cantera en explotación, y en ella hemos encontrado la siguiente macrofauna:

*Terebratula* sp.

*Waldheimia* céltica, Morris.

*Pecten raulinianus*, d'Orb.

*Ostrea* sp.

Más hacia el Oeste, un excelente corte de la serie aptense se obtiene en la carretera que conduce de Alcalá de Chisvert a Cuevas de Vinromá.

Los bancos más bajos, que afloran de Este a Oeste, se hallan en contacto mecánico con el Mioceno, y están constituidos por margas ocres y amarillentas en las que, por levigación, hemos obtenido una fauna típicamente aptense, con:

Orbitolina concoidea.

Ostrácodos.

Equinodermos (frag.).

Sobre ellas yacen calizas compactas, en bancos bien estratificados, con tonos grisáceos y ocres, siendo frecuentes las zonas nodulares de color azulado. Contienen frecuentes fragmentos de rudistos y pectínidos, así como ejemplares de orbitolinas.

Sobre ellas yacen calizas recristalizadas, de tonos blanquecinos, con abundante microfauna, entre la que se ha clasificado.

Ostreidos.

*Inoceramus* (frag.).

Rudistos (frag.).

Valvulammina.

Espongiarios (frag.).

Equinodermos (frag.).

Encima yacen margas calizas y margas nodulares, con macrofauna muy abundante y típicamente aptense.

Entre los ejemplares que hemos recogido figuran:

Orbitolina concoidea, Gras.

Orbitolina discoidea, Gras.

Heteraster oblongus, d'Orb.

Heteraster couloni, d'Orb.

Panopaea attenuata, Aguss.

Circe cf. conspicua, Coq.

Natica cf. gaultiana, d'Orb.

Finalmente, coronan aquí la serie bancos de caliza blanca, basta, que constituyen una verdadera lumaquela de gigantescas ostreas: algunas de más de un metro de longitud a lo largo de su eje mayor. La fotografía adjunta da una idea del tamaño de uno de estos magníficos ejemplares.

En esta zona del corte la serie aptense está afectada por una serie de fracturas longitudinales que enmascaran su disposición general y la sucesión de sus términos.

Inmediatamente al Oeste de las capas que ahora consideramos, afloran margas arenosas ocreas, en las que, como veremos, aparece ya fauna cenomanense.

### 3) Albense.

El problema de la distribución y facies del Albense ha sido objeto, hasta la fecha, de una serie de diferentes interpretaciones.

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 la de Utrillas. Ello obligó a algunos autores a asimilar el Albense con la facies wealdense, y a situar, en consecuencia, el Uργοaptense en 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 solución de continuidad; y ello dificulta asimismo la clasificación.

En cambio, en otras zonas, preferentemente de la Ibérica, faltan la facies wealdense y el Uργοaptense, y los sedimentos Albenses en facies de Utrillas (muy semejante 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 Uργοaptense, 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 Saeftel, en época muy reciente, y que se resumen en su publicación «Paleogeografía del Albense en las Cadenas Celtibéricas de España».

Reproducimos en esta publicación un esquema en el que se aprecian las formaciones sobre las que, en una amplia región, yace el Albense, y que aclara, por lo tanto, una gran parte de los conceptos que acabamos de exponer.

También reproducimos un esquema en el que se representan, en líneas generales, las diferentes facies del Albense en la región.

Este esquema se halla perfectamente en línea, aunque referido a una región mucho más extensa, con los que, sobre el mismo tema, hemos ido publicando en algunas de nuestras descripciones geológicas del borde meridional de la Ibérica, y del Prebético oriental.

Es notable apreciar cómo la zona que ahora estudiamos corresponde exactamente con una de las áreas en que se produce el tránsito de la sedimentación albense marina a la típica facies de Utrillas.

Este extremo, como ya hemos dicho, ha podido ser observado directamente en nuestros recorridos de campo para el estudio de la Hoja de Alcalá de Chisvert.

Así, es posible observar cómo en algunos puntos de la Hoja los afloramientos albenses están constituidos por arcillas y arenas en facies de Utrillas, mientras que en otros corresponden al Albense areniscas y margas arenosas de carácter marino.

Es evidente, además, que esta transición de sedimentos lacustres y litorales 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.

El área que hemos recorrido es excesivamente reducida como para poder observar dentro de ella las líneas generales de esta variación lateral de facies.

En síntesis, parecen predominar los depósitos marinos en la parte central y oriental de la Hoja, y hallarse más desarrollada la facies de Utrillas en el área occidental de la misma.

En el flanco oriental de la Sierra de Portell, ya hemos visto que se encuentran unos 80 m. de areniscas ocreas, ferruginosas, que alternan con calizas arenosas ocreas con muy bonitos cristales de calcita acaramelada. En la arenisca se observan al microscopio cristales de cuarzo y mica, y ningún resto orgánico.

Las calizas contienen fragmentos de equínidos y lamelibranchios, inclasificables específicamente.

Hacia el Este, se continúa la serie por arcillas y arenas blancas, ya en facies de Utrillas, que dan origen a la parte occidental del valle de Estopel. Aunque no poseemos datos paleontológicos, parece lógico incluir la totalidad de la serie en el Albense, existiendo, dentro de la misma, una intercalación marina que correspondería a las calizas.

Los afloramientos más extensos del Albense se encuentran en la zona Nor-occidental de la Hoja.

Se encuentran aquí arcillas ocreas y grises, compactas, que alternan con areniscas bastas y arenas caoliníferas, a veces rojizas y frecuentemente blancas. Todo ello da lugar a formaciones fácilmente erosionables, y que producen, en consecuencia, un área deprimida, con topografía ondulada.

#### 4. *Cenomanense*.

Los sedimentos cretáceos más altos, dentro de la zona estudiada, corresponden al Cenomanense.

Son formaciones de carácter litoral y espesor reducido, y han estado expuestas a la erosión durante larguísimo períodos.

Por todas estas circunstancias, los afloramientos cenomanenses son escasos en la zona, y de distribución irregular, y únicamente aparecen en aquellos lugares en que la formación se halla en cierto modo protegida en virtud de algún accidente tectónico.

Asimismo, no es fácil establecer el tránsito entre el Albense superior y el Cenomanense, en los niveles de areniscas y margas arenosas en que éste se produce.

En nuestro mapa adjunto hemos situado en el Cenomanense aquellos niveles que contienen ya fauna claramente determinativa de este piso.

El único afloramiento cenomanense perfectamente datado se encuentra al Suroeste de Alcalá de Chisvert.

Está constituido por margas ocreas, arenosas, que alternan con areniscas calizas de grano grueso.

En los niveles de margas arenosas hemos encontrado la siguiente fauna:

*Orbitolina* sp.

*Orbitolina acutum* Fritsch.

*Orbitolina cóncava* Lam.

*Lima* sp.

*Ostrea flabellata*.

*Ostrea* sp.

*Pecten gallienmei* d'Orob.

*Panopaea* sp.

que nos define perfectamente el Cenomanense.

#### g) *Mioceno*.

Como hemos dicho, después del Cenomanense se produce, en el área que estamos estudiando, una emersión que habría de durar durante el resto del Mesozoico, y una gran parte del Terciario.

No existen ya sedimentos marinos, y los depósitos lacustres son de época muy reciente, y sólo ocuparon algunas zonas dentro del área que estamos estudiando.

Como vamos a ver seguidamente, todos estos depósitos recientes pueden incluirse dentro del Mioceno y Cuaternario.

#### 1. *Conglomerados y brechas*.

Como veremos más adelante, existen en la región accidentes tectónicos consecuencia de los empujes orogénicos de fases sálica y estálica. Como consecuencia de ellos, se han depositado conglome-

rados y brechas post-orogénicos, pero su extensión es reducida y únicamente aparecen adosados a determinadas líneas de fractura anti-guas. Por ello no aparecen representados en el mapa adjunto.

Existen además, según veremos, fuertes fenómenos de distensión de época muy reciente, correspondientes al Mioceno superior, e incluso post-pontienses.

Como consecuencia de ellos se han producido grandes fracturas que atraviesan casi la totalidad del área estudiada.

A lo largo de estas líneas de fracturas se encuentran importantes depósitos de conglomerados, de los que hemos representado en el mapa los más extensos.

A lo largo de las fracturas que jalonan las series cretáceas en el Sur de la Hoja, y desde el borde meridional de la misma hasta Torreblanca, se encuentran depósitos de conglomerados, que hacia el Este son recubiertos por los sedimentos pontienses y cuaternarios.

Están constituidos predominantemente por elementos angulosos, de tamaño medio, entre los que predominan las calizas cretáceas y las areniscas del Triás inferior. El cemento es calizo, blanco.

Toda la zona costera desde Alcocebre hasta el límite septentrional de la Hoja, está recubierto también por conglomerados potentes, muy tendidos, procedentes de la denudación de las sierras situadas inmediatamente al Oeste.

Están formados los conglomerados por elementos del Aptense y Wealdense, en general gruesos y angulosos, unidos por cemento margoso-calizo consistente.

En algunas zonas, se encuentran también entre los cantos de los conglomerados, elementos jurásicos e incluso triásicos, lo cual da idea de que durante su génesis, aún siendo ésta relativamente reciente, la disposición morfológica de la zona era bastante diferente de la actual.

Finalmente, también se encuentran conglomerados, recubiertos en gran parte por depósitos más recientes, en la falda occidental de la Sierra del Portell.

En la zona costera, al Norte de Alcocebre, se encuentra asimismo unos curiosos depósitos detríticos, muy recientes, que no pueden interpretarse si no como los restos, verdaderamente fosilizados, de antiguos deltas, hoy inexistentes a causa de la variación de las condiciones hidrográficas de la zona. En el mapa adjunto puede verse la disposición de los afloramientos de estos depósitos detríticos.

## 2) Pontienne.

En grandes extensiones de la zona que estudiamos, se encuentran sedimentos pontienses en facies lacustre, en general parcialmente recubiertos por formaciones cuaternarias.

Ocupan los valles y partes deprimidas del área estudiada, y es curioso observar cómo en algunos puntos se encuentran muy levantados y afectados por grandes fracturas, producto todo ello de una tectónica muy reciente.

Están constituidos estos depósitos por un nivel basal detrítico, al que siguen arcillas margosas y margas arenosas; siendo coronada la serie por alternancias de calizas margosas y calizas francas, que contienen alguna, aunque escasa, fauna pontiense. El espesor de la serie debe estimarse, como máximo, en 80 a 200 metros.

Un buen corte de la serie se obtiene en el Km. 73 de la carretera de Alcalá de Chisvert a Cuevas de Vinromá, donde las capas pontienses aparecen muy levantadas a lo largo de una gran línea de fractura.

Se cortan aquí margas amarillentas que alternan con arcillas ocreas, sabulosas.

En la parte superior existen lechos delgados de caliza lacustre, que al microscopio muestran matriz calizo-margosa, con finos huecos, y restos epigenizados en calcita. Entre ellos se encuentran:

Ostrácodos.

Charáceas.

Oogonios (entre ellos, Harrisiohara).

Planorbis (entre ellos, Planorbis Cornu).

Todo ello demuestra una facies lacustre del Mioceno superior, y muy probablemente del Pontienne.

En el borde oriental de la misma cuenca, al Este de los P. K. 114 y 115 de la carretera general, se corta la serie lacustre, aunque parcialmente oculta por derrubios. Existen afloramientos de calizas lacustres ocreas y amarillentas, con restos mal conservados de *Helix* y *Planorbis* de pequeño tamaño.

En lámina transparente muestran estas calizas pasta margosa con

frecuentes calcificaciones de algas (entre ellas Charáceas) y Ostrácodos.

En la zona de Torreblanca la facies del Pontense es predominantemente margosa y arcillosa.

En el flanco oriental de la Sierra de San Antonio aparecen areniscas y margas arenosas en facies continental.

En el residuo levigado de muestras de esta formación aparecen algunos foraminíferos resedimentados y erosionados, y entre ellos aparecen:

Rugoglobigerina y Globotruncana, del Cretáceo Superior, y Globorotalia y Globigerina del Eoceno.

Se trata sin duda de una facies lacustre del Terciario superior, que hemos atribuido también al Mioceno superior, aún reconociendo la dificultad que suponen los arrastres de microfauna del Cretáceo superior, y especialmente del Eoceno.

#### h) Cuaternario

Los depósitos cuaternarios son muy extensos y potentes en la zona que recorremos, y su estudio detallado ofrecería indudable interés, aunque, desgraciadamente, quedaría ya fuera de los límites de esta Memoria.

Concretamente nos referimos a las investigaciones palinológicas que pueden llevarse a cabo en los grandes depósitos de turba de Torreblanca.

Sabemos que la ilustre investigadora Josefina Muñoz Amor está llevando a cabo, en los laboratorios del Museo de Ciencias Naturales, investigaciones de este tipo, que serán publicadas en plazo breve.

A ellas nos remitimos, en consecuencia, para el estudio detallado de los depósitos cuaternarios de la zona que nos ocupa. Distinguimos, dentro de estos depósitos, tres tipos diferentes.

Al primero corresponden depósitos de tierras arcillo-sabulosas, con niveles intercalados de gravas calizas poco consolidadas. Dan origen a los amplios valles cultivados de la Hoja, y especialmente al de Alcalá de Chisvert, así como a la zona cultivada de Torreblanca. El espesor de estas formaciones, en la parte central de los valles, llega incluso a sobrepasar los 30 m.

Están originados estos depósitos como consecuencia de la erosión de las series jurásicas y cretáceas, predominantemente calizas; y a ello obedece la facies, relativamente poco sabulosa, con que se presentan.

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.

Sus arrastres son de gran volumen, y están 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 también se encuentran cantos triásicos (areniscas del Buntsandstein y calizas del Muschelkalk) que proceden del país situado más al Oeste, y finalmente incluso cuarcitas y pizarras del Paleozoico.

Un régimen relativamente semejante al actual debió sustituir en la región durante parte del Cuaternario superior, y prueba de ello son las terrazas que se encuentran adosadas a las márgenes de algunos cursos de agua, y especialmente del río de San Miguel.

Finalmente, hemos de referirnos a los marjales y turberas que cubren gran parte de la zona costera de Torreblanca.

Como es frecuente en la costa de Castellón, existe aquí una importante circulación subterránea de agua dulce que, procedente de las formaciones mesozoicas, atraviesa los depósitos permeables del Mioceno superior y Cuaternario, y llega hasta el mar.

Existen en la zona costera surgencias de agua dulce y salobre, que inundan gran parte de las áreas bajas próximas al mar.

De este modo, en las costas bajas de Castellón, son muy frecuentes estas zonas pantanosas, que en múltiples lugares han sido saneadas mediante labores artificiales de drenaje, e incluso dedicadas al cultivo del arroz.

En el área de Torreblanca subsisten todavía estas zonas pantanosas, quizás en parte a causa del carácter excesivamente salobre de las aguas, que ha hecho hasta la fecha poco rentable su explotación.

Este carácter pantanoso de la zona que nos ocupa existe desde el Cuaternario superior y ha dado lugar a importantes acumulaciones de turba, cuya explotación industrial ha sido intentada en repetidas ocasiones, sin éxito hasta la fecha.

Como hemos dicho anteriormente, será muy interesante llegar a un estudio detallado de estas turberas, con un análisis palinológico de los materiales de las mismas, con el cual pueda llegarse a obtener un conocimiento exacto de los diferentes ciclos de deposición, y de las variaciones climáticas e hidrológicas del país durante el Cuaternario.

## CAPITULO IV

### T E C T Ó N I C A

#### a) *Generalidades*

Del mismo modo que ocurre con la Estratigrafía, las características tectónicas del país que estamos estudiando sólo han sido conocidas hasta la fecha en líneas generales, y ello dificulta el establecer correlaciones entre los accidentes tectónicos que hemos encontrado en el estudio de la Hoja de Alcalá de Chisvert, y las grandes unidades de este borde oriental de las Cadenas Ibéricas.

El estudio de la historia geológica y orogenia del país, presenta también considerables lagunas, que sólo en parte han podido ser salvadas con el examen local de la zona que ahora describimos.

En el presente capítulo vamos a hacer, en primer lugar, un examen de los accidentes tectónicos más importantes que aparecen en el interior del área estudiada. A continuación estableceremos de forma provisional sus relaciones con las unidades tectónicas regionales, y finalmente trazaremos un bosquejo de la historia geológica del país y de su orogenia.

#### b) *Accidentes tectónicos locales*

Como hemos dicho en las primeras páginas de esta Memoria, la zona que nos ocupa se halla intensamente plegada, y afectada además por fuertes fenómenos de distensión que dan origen a una importante red de fracturas.

Como veremos seguidamente, la dirección predominante en los pliegues de la zona estudiada es la de N-30-E, muy frecuente en la zona litoral de Castellón y Tarragona, pero que contrasta fuertemente con la dirección variscica del substratum paleozoico, y con la diretriz, N-45-0, de los pliegues ibéricos, que aparecen inmediatamente al Oeste.

Del examen del mapa adjunto puede ya observarse la disposición general de los accidentes tectónicos de la zona; ello no obstante vamos a insistir en la descripción de los más notables de ellos.

En el extremo Nor-oriental de la zona estudiada, se encuentra una importante alineación tectónica de traza NE, en la que afloran elementos cretáceos y jurásicos. Se trata de un área sinclinal compleja, afectada por múltiples fracturas.

En su extremo Sur, es decir, hacia Alcocebre, se presenta como un suave sinclinal cretáceo, modificado, en su parte central, por dos fracturas principales divergentes.

Hacia el Norte se presenta una fractura transversal, a lo largo de la cual el bloque Sur, es decir, el que acabamos de considerar, está hundido en relación con el bloque septentrional.

Al Norte de esta fractura aparece un pliegue jurásico, cuya rama occidental se desarrolla como un anticlinal complejo que, a Levante, se continúa en un sinclinal tendido pero muy fracturado. Todavía más a Levante, la rama Este del sinclinal se hunde a lo largo de dos líneas de fractura, sensiblemente paralelas.

La continuación, a Levante, del complejo tectónico que estamos examinando, se halla oculta por sedimentos recientes. Es evidente, sin embargo, la presencia de una o varias líneas de fractura a lo largo de las cuales se halla hundido el país situado a Levante del que ahora recorreremos.

Al Oeste de las estructuras que acabamos de examinar, aparece un valle de fractura, denominado de Estopel, y recubierto por sedimentos recientes.

Entre el valle de Estopel, y el de Alcalá de Chisvert, se encuentra una nueva alineación tectónica que atraviesa la Hoja de SO. a NE., por lo que vamos a describirla en toda la longitud estudiada, y partiendo para ello de su extremo meridional.

Desde el borde Sur-occidental de la Hoja hasta el río de San Miguel, la estructura que comentamos está constituida por un anticlinal cretáceo, cuyo flanco sur-occidental se hunde a lo largo de sucesivas líneas de fractura, longitudinales. Una de ellas aparece bien visible al Oeste de Torreblanca; las más orientales están recubiertas por depósitos miocenos y cuaternarios.

Al Norte de Torreblanca una fractura transversal divide la estructura, y más al Norte, el pliegue se desarrolla como un suave anticlinal de flancos muy tendidos.

El río San Miguel atraviesa el pliegue a lo largo de una pequeña fractura originada por una suave inflexión en el eje de aquél. Más al Norte, el flanco oriental se conserva, pero el occidental desaparece a su vez a lo largo de una serie de fracturas longitudinales, una de las cuales es fácilmente visible, mientras que el resto aparece enmascarado por los sedimentos recientes.

Ligeramente más al Norte, aparece una nueva fractura transversal, de significación análoga a la ya descrita en la estructura anteriormente considerada. Al Norte de la misma se desarrolla de nuevo un pliegue jurásico, en forma de anticlinal complejo y fracturado, que enlaza con el situado inmediatamente al Este a lo largo de la zona de fractura de Estopel.

Es notable observar cómo en la parte oriental de la Hoja, en las zonas de fractura, la parte hundida es la oriental, mientras que ahora, la zona hundida de las fallas es la occidental; como si el pliegue que estamos considerando actuase a modo de horst tectónico.

El valle de Alcalá de Chisvert es asimismo un valle de hundimiento, a lo largo de líneas longitudinales algunas de las cuales han continuado activas hasta época post-pontiense.

Es muy posible que la parte central del valle corresponda en cierto modo a un área sinclinal, pero tanto la presencia de los depósitos miocenos y cuaternarios, como la compleja disposición tectónica de los flancos visibles, impiden precisar más este concepto.

Al Oeste de Alcalá de Chisvert aparece una nueva alineación tectónica, asimismo de traza N-30-E.

En primer lugar, se encuentra una gran línea de fractura, de época muy reciente. Las capas pontienses al Oeste de la misma aparecen, en efecto, fracturadas y levantadas casi hasta la vertical.

El bloque occidental aparece hundido, en relación con el oriental, a lo largo de esta línea de fractura.

Al Oeste de la misma se desarrolla un nuevo anticlinal complejo, en el que el flanco SE. aparece relativamente normal, mientras que el NO. está surcado por otra gran fractura longitudinal.

Del mismo modo que en el caso anterior, la zona situada al Oeste de la fractura aparece hundida en relación con la que se halla al Este de la misma.

En conjunto, como vemos, se trata de un país plegado por empujes que dan origen a estructuras de traza NE., y afectado posterior-

mente por fuertes fenómenos de distensión, a los que se deben importantes líneas y zonas de fracturas, algunas de época muy reciente.

Dentro de esta compleja disposición tectónica parecen apreciarse, en algunos lugares, los efectos de la tectónica general ibérica, de traza NO., que predomina en el país situado inmediatamente al Oeste del que ahora estamos estudiando.

Se trata, sin embargo, repetimos, de un área tan fracturada, que esta influencia no es claramente visible en el interior de la misma. Será preciso que nuevos estudios en las zonas limítrofes, y especialmente en la que se encuentra inmediatamente al Oeste, permitan aclarar este interesante extremo.

### c) *Tectónica regional.*

Poseemos todavía muy escasos datos personales en cuanto a la tectónica general de la Ibérica, como para poder encajar con seguridad los accidentes ahora estudiados, dentro del cuadro de la misma.

Los antecedentes geológicos de la región, y especialmente los trabajos de Brinkmann, Lotze y Hahne, proporcionan sin embargo datos esenciales, y a ellos nos vamos a atener en las páginas siguientes.

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

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 de la zona 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. al Noroeste.

Sería interesante observar, aunque ello queda ya fuera de los lí-

mites 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 post-variscicas carecen de importancia en la región, hasta llegar a las fases pirenaicas y sálica del movimiento alpino.

Según puede verse en este párrafo y en el siguiente, estamos utilizando, para designar los diferentes períodos 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 períodos orogénicos que la supuesta por el ilustre Profesor alemán. Fílo no obstante, hemos preferido seguir utilizando las denominaciones de Stille, aún con la salvedad apuntada, para conservar la homogeneidad con otros estudios geológicos de la región, 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 alpinos, 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 variscicos.

El tipo de tectónica que predomina en las zonas oriental y suroriental 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 Sureste las formaciones inferiores. Un profundo 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 Sureste, 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 zona costera de Castellón predomina una tectónica de traza NE., que es la que impera en el interior de la Hoja estudiada, y cuya significación no parece todavía suficientemente clara.

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.

Las fallas longitudinales producen un descenso en bloques paralelos, y, dentro de la zona estudiada, se aprecia un área central, a Levante de la cual los bloques hundidos se encuentran al Este de las fallas, mientras que a Poniente, el descenso se realiza hacia el Oeste.

Es posible, aunque carecemos de elementos de juicio para comprobarlo, que esta figura se repita a lo largo de toda la franja costera.

#### d) *Historia geológica.*

Como ya hemos dicho en otro lugar, el estudio de la historia geológica de la zona que consideramos, e incluso de la región en que aquélla está situada, se ve grandemente dificultado por la presencia de grandes lagunas estratigráficas, que impiden no sólo apreciar la continuidad de las series, sino incluso los efectos de diferentes fases orogénicas.

Como ya hemos dicho, existe en la región un substratum paleozoico consolidado, y plegado por las orogenias variscicas. 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 variscicos, y concordantes con 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 Permotrias.

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 zona de Alcalá de Chisvert, únicamente afloran sedimentos de la parte alta del Malm, y faltan estudios completos de las zonas limítrofes para poder precisar sobre las variaciones de sedimentación del Jurásico en la zona que nos ocupa.

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 ge-

neral de la Ibérica, y los depósitos jurásicos marinos son continuados por las formaciones fluvio-lacustres, con breves intercalaciones marinas y períodos 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 depósitos lacustres del Mioceno son muy extensos y potentes en gran parte de la región.

Asimismo, como hemos visto anteriormente, se encuentran en algunos 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 períodos orogénicos importantes.

En lo que a las orogenias variscicas 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 pre-triásicos, 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 intra-jurásicos, y en cuanto a los de fase iarámica, 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 parece ser 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 NO., 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 post-Burdigalense y pre-Helveciense, que da lugar a grandes pliegues de traza N-70-E, volcados hacia el Norte. Cabe la posibilidad de un cambio de dirección en relación quizás 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.

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 la zona 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, de época post-pontiense. Tanto la gran falla al Oeste de Alcalá de Chisvert, como las paralelas a la costa, obedecen, entre otras fracturas de la zona, a procesos de distensión producidos en el Plioceno, e incluso quizás en parte durante el Cuaternario.

## CAPITULO V

### HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

El estudio de la hidrología subterránea de la zona que nos ocupa ofrece particular interés, no solamente por lo que se refiere a las posibilidades de utilización de agua subterránea para riegos y abastecimientos, sino habida cuenta también de las especiales condiciones en que la circulación de agua subterránea se produce.

La zona costera de la provincia de Castellón es conocida, en efecto, desde antiguo, por tratarse de un área en la que, en la franja litoral, se producen importantes surgencias de agua dulce, surgencias que incluso tienen lugar en el fondo costero marino.

Como es natural, y con mayor motivo tratándose de zonas de clima cálido en las que el valor del agua para riegos es muy grande, se ha intentado, desde tiempos remotos, la captación de estas corrientes subterráneas que surgen en el litoral. Solamente en parte han tenido éxito estas captaciones, y ello esencialmente en lo que se refiere a las surgencias de agua dulce en zona costera. En relación con las surgencias submarinas de agua dulce, no tenemos noticias de que hayan sido captadas con éxito en ningún lado.

Un segundo aspecto interesante de la cuestión es el del drenaje y saneamiento de las zonas bajas litorales, que aparecen inundadas como consecuencia de las lagunas que se originan por estas surgencias de agua dulce.

En varias zonas litorales, estas lagunas han sido convenientemente drenadas y saneadas, y hoy día se hallan dedicadas al cultivo del arroz principalmente. En otras zonas, en cambio, subsisten estas áreas pantanosas, perdiéndose lamentablemente grandes extensiones aptas para el cultivo, y desperdiciándose además importantes caudales que pudieran ser utilizados para el riego de otras zonas. Tal ocurre, en el interior de la Hoja que estudiamos, con el área situada al Este de Torreblanca

La presencia frecuente en estas zonas litorales pantanosas de agua salobre, dificulta su utilización y consiguiente saneamiento, debiendo hacerse éste por procedimientos especiales, según se verá más adelante.

Además de estos problemas en relación con las surgencias litorales de agua dulce, se presentan, en el interior de la zona estudiada, otros importantes problemas de aguas subterráneas, derivados de la escasez de agua en muchas zonas, no sólo para riesgos, sino incluso para abastecimiento de núcleos de población. Tal es el caso de Alcalá de Chisvert, cuyo núcleo urbano, el más importante de la zona, se halla muy insuficientemente dotado de agua potable.

El amplio valle de Alcalá de Chisvert, junto con otras extensiones del área estudiada, podría asimismo dar excelentes cultivos de regadío, si se dispusiese de agua para ello.

Antes de enfocar con detalle los problemas de agua subterránea de la zona, y su posible solución, creemos conveniente, en primer lugar, estudiar de una manera general las condiciones de circulación de aguas subterráneas en el país, teniendo en cuenta las características litológicas de las formaciones que en él afloran (o se encuentran en el substratum), así como su disposición tectónica.

No es éste lugar para llevar a cabo un estudio detenido de la hidrología subterránea del país, y, en consecuencia, sólo expondremos estas cuestiones en términos muy generales. El Instituto Geológico está comenzando a realizar estudios detallados de hidrología subterránea en esta zona costera de la provincia de Castellón, y dichos estudios serán objeto, en su caso, de trabajos monográficos especiales.

Según sabemos por lo expuesto en las páginas anteriores, se encuentra en la zona estudiada un substratum triásico. Este se halla, sin embargo, muy profundo, y sin interés en lo que a nuestra zona se refiere, para la circulación de aguas subterráneas.

Las formaciones jurásicas que afloran en el área estudiada, son calizas compactas, poco fracturadas y con reducida permeabilidad. A juzgar por los afloramientos en zonas próximas, tampoco parece existan porosidades interesantes en el Dogger y Lías. En cualquier caso, la circulación y acumulación de agua subterránea en el Jurásico vendrá condicionada por la presencia de litoclasas y fracturas tectónicas.

Las series wealdenses, con sus alternancias de arcillas impermeables y arenas y areniscas muy permeables, constituyen una forma-

ción muy adecuada para la circulación en su interior de aguas subterráneas. Su investigación habrá de constituir siempre un objetivo en cualquier estudio hidrogeológico en la región.

Del mismo modo, el Aptense, con alternancia de calizas fisuradas y margas impermeables, constituye un objetivo interesante. El interés se centra especialmente en las calizas arrecifales y calizas dolomíticas del Aptense superior.

En cuanto al Albense y Cenomanense, sus características litológicas son análogas a las del Wealdense. Sus afloramientos son, en cambio, de más reducida extensión.

Gran interés presentan las formaciones detríticas del Mioceno, y especialmente las que se encuentran en el área NE. de la Hoja, en la zona costera al Norte de Alcocebre.

Tanto las series detríticas post-orogénicas, como las que constituyen los deltas antiguos, son formaciones de gran permeabilidad, y por ellas tiene lugar gran parte de la circulación de agua subterránea que vierte en el mar en dicha zona.

En cuanto a las arcillas y margas del Pontiense, son formaciones parcialmente sabulosas y que contienen niveles detríticos intercalados, por lo que en determinadas condiciones pueden contener caudales subterráneos importantes.

Análogamente, los depósitos cuaternarios poseen generalmente acentuada permeabilidad, y en ellos se encuentran la mayor parte de los pozos actualmente en explotación en esta zona.

Examinadas así a grandes rasgos las características litológicas esenciales de la zona, vamos a intentar exponer un esquema de cómo tiene lugar en ella la circulación de agua subterránea.

Como es sabido, al Oeste de Torreblanca afloran formaciones cretáceas, en general permeables, y afectadas por una red de fracturas transversales y longitudinales. La disposición tectónica es en líneas generales la de un anticlinal cuya rama oriental se encuentra hundida y oculta por sedimentos recientes.

El agua recogida en esta estructura (y posiblemente en la zona al Oeste de la misma), circula y desciende hacia el Este, tanto por las formaciones permeables, como a lo largo de la red de fracturas.

En la zona litoral está detenida la circulación de agua subterránea por el agua del mar, y aflora aquélla dando lugar a las lagunas y marjales de Torreblanca.

Contribuye también a aumentar el aporte de agua subterránea.

la infiltrada directamente en las formaciones miocenas y cuaternarias permeables que se encuentran entre las series cretáceas y el mar.

Más al Norte, las sierras que se extienden desde Alcalá de Chisvert hasta el mar, al Norte de Alcocebre, constituyen también un anticlinal complejo y muy fracturado, con series permeables en el Cretáceo y Mioceno, y relativamente impermeable en el Jurásico.

El agua recogida en toda esta zona desciende rápidamente, en especial a través de las grandes fracturas, y alcanza cotas próximas a la del mar, en contacto con el cual queda detenida la circulación de agua dulce.

Como la costa aquí es relativamente abrupta, no es posible que se presenten surgencias de agua dulce en la zona litoral, tal como ocurre en Torreblanca, y el agua surge muy próxima a la costa, pero en los fondos marinos. Son sobradamente conocidos por los naturales del país los puntos en que en el fondo del mar se presentan estas surgencias de agua dulce, y personalmente hemos podido apreciar la presencia de varios de ellos.

Tanto en la zona de Torreblanca como en la que ahora nos ocupa, es inevitable que este agua, en contacto directo con la del mar, sea relativamente salobre. A ello obedece la dificultad para la desecación de las marismas de Torreblanca, y ello es causa también del fracaso de una labor de captación emprendida no hace muchos años al Norte de Alcocebre. Esta labor se realizó en conglomerados permeables, muy próxima a la costa, y alcanzó la cota del mar, y por lo que, en cuanto se forzaba la extracción, el agua era francamente salobre y ni siquiera apropiada para riegos.

Finalmente, el valle de Alcalá de Chisvert adopta, a grandes rasgos, la disposición de un sinclinal fracturado, relleno por sedimentos miocenos de permeabilidad media. Cabe la posibilidad, como veremos más adelante, de que, a través de la red de fracturas, se halle esta zona en comunicación con la que acabamos de describir, y que en ella el agua subterránea descienda rápidamente hasta una altura próxima al nivel del mar. Ello constituiría, según veremos, un obstáculo importante para las labores de captación en esta zona, tan necesitada de agua.

Vistas así, a grandes rasgos, las condiciones para la circulación y acumulación de aguas subterráneas en el área estudiada, vamos a examinar, también muy brevemente, cuáles serían las labores de captación que, a nuestro juicio, podrían emprenderse; algunas de

las cuales van a ser llevadas a cabo por el Instituto Geológico y Minero de España.

En la zona costera, desde Alcocebre hasta el límite meridional de la Hoja, y bordeando incluso los morjales de Torreblanca, existe profusión de pozos someros, excavados en el Cuaternario, y que alcanzan cotas muy próximas a la del mar.

Parte de estos pozos alumbran agua salobre; otros obtienen, en cambio, agua dulce, y dan lugar a importantes regadíos en la zona.

En la franja paralela a la que acabamos de considerar, y que se extiende inmediatamente al Oeste, existen también pozos, mucho menos abundantes, y que están emboquillados en el Cuaternario o el Mioceno superior. Parte de estos pozos alumbran caudales relativamente importantes, y se utilizan para el riego de la zona.

Es evidente, que una labor sistemática de captación que, con labores adecuadas, consiguiese captar la circulación de agua subterránea que desciende, de Oeste a Este, hasta la franja litoral, alcanzaría un doble objetivo de primordial importancia.

En primer lugar, se conseguiría alumbrar caudales muy grandes de agua dulce, que incluso con elevaciones perfectamente rentables, habida cuenta de las características climáticas de la zona, podrían ser conducidos hasta áreas actualmente de secano.

En segundo lugar, esta extracción de agua contribuiría de forma muy notable a la desecación de los marjales de Torreblanca, poniéndose así en valor amplias extensiones hoy improductivas.

Las labores de captación a que nos referimos deberían consistir en la perforación de pozos hasta cotas próximas a la del mar, y al trazado en su fondo de galerías paralelas a la costa.

Los pozos deberían situarse a lo largo de una línea también sensiblemente paralela a la costa y situada, aproximadamente, entre las cotas 25 y 30 m.

En la zona costera al Norte de Alcocebre, deberían también llevarse a cabo labores de captación de aguas subterráneas.

Estas labores deberán realizarse, a ser posible, en las formaciones permeables de conglomerados, y llevarse a cabo de forma muy cuidadosa con objeto de evitar la entrada de agua salobre.

Con el mismo objeto, la extracción de agua de estas labores deberá ser controlada, teniendo cuidado de no sobrepasar la aportación media, y evitar así la contaminación por agua del mar.

El valle de Estopel, al Oeste de la zona que acabamos de consi-

derar, también sería susceptible de dedicarse a regadío si se dispusiese de agua abundante. Su disposición sinclinal, a grandes rasgos, permite albergar la esperanza de encontrar en su substratum agua subterránea, habida cuenta además de la impermeabilidad de las formaciones jurásicas.

Sin embargo, cabe asimismo la posibilidad de que a causa de las frecuentes fracturas, el agua descienda rápidamente hasta la cota del mar; en cuyo caso la posibilidad de encontrar acumulaciones grandes sería más remota, y además el agua alumbrada no ascendería, siendo entonces muy costosa y posiblemente prohibitiva su extracción.

Finalmente, el gran valle de Alcalá de Chisvert constituye el más importante objetivo de la zona para la investigación de aguas subterráneas. Se trata, en efecto, de grandes extensiones de tierras cultivables, de excelente calidad, hoy dedicadas al secano, por falta de agua; pero, además, el abastecimiento de Alcalá de Chisvert es hoy día muy insuficiente, lo que además dificulta la expansión de este importante núcleo de población.

Dentro de esta zona caben dos objetivos en la investigación de aguas subterráneas; el primero lo constituyen las formaciones cuaternarias someras, y el segundo, las series mesozoicas más profundas.

Las formaciones cuaternarias, relativamente permeables, pueden contener el agua directamente recogida por ellas, y la procedente de la infiltración de la escorrentía.

Sin embargo, el substratum miocénico es también relativamente permeable, por lo que una parte de este agua debe filtrarse hacia niveles profundos.

En general, los pozos hoy existentes en estas formaciones cuaternarias proporcionan caudales que disminuyen grandemente en estiaje, que es precisamente la época en que el agua subterránea es verdaderamente necesaria en la zona. De todos modos, no descartamos la posibilidad de que una investigación sistemática de estas formaciones cuaternarias del valle de Alcalá de Chisvert, con labores someras y, en consecuencia, poco costosas, debe proporcionar caudales que, acumulados, podrían contribuir a paliar la grave escasez de agua que aquí se sufre.

En cuanto a las formaciones mesozoicas del substratum, el problema es más complejo.

Como ya sabemos, la disposición tectónica de este valle puede

asimilarse a la de un amplio sinclinal, afectado por grandes fracturas longitudinales en los bordes, y por otra red de fracturas, transversales y longitudinales, que deben también afectar a su parte central.

En estas condiciones, es, desgraciadamente, muy probable que el agua subterránea se halle, a través de estas fracturas, en comunicación directa con los caudales que vierten en el Mediterráneo directamente al Este de la zona que consideramos.

Es, por tanto, también muy probable que el agua subterránea en el valle de Alcalá de Chisvert se encuentre muy profunda, y a cota próxima a la del mar. Si ello fuese así, su extracción sería prohibitiva, incluso para abastecimiento de la población.

Ello no obstante, y dada la importancia del problema, consideramos muy interesante la perforación de un sondeo de investigación en la zona central del valle, confiados casi exclusivamente en la impermeabilidad de las formaciones jurásicas que se encuentran en el substratum.

El sondeo deberá alcanzar la cota cero, y debería situarse al Nordeste de Alcalá de Chisvert, aproximadamente en las proximidades del punto Km. 117 de la carretera general de Barcelona.

Existen, evidentemente, muchos otros problemas, en la zona estudiada, en relación con la investigación de aguas subterráneas. Su análisis, sin embargo, quedaría ya fuera de los límites y objeto de la presente Memoria, y, además, como hemos dicho antes, habrán de quedar comprendidos dentro de los trabajos especiales de hidrología que el Instituto Geológico y Minero de España se dispone a comenzar en la provincia de Castellón.

Publicamos a continuación una relación de los pozos y alumbramiento de agua subterránea registrados oficialmente, que se encuentran en el interior de la zona estudiada.

## RELACION DE ALUMBRAMIENTOS

## DE AGUA SUBTERRANEA

a) Término de

Torreblanca

Clase de alumbramiento	Nombre del alumbramiento	Paraje	Propietario y usos del agua	Profundidad		Potencia y clase motor	Caudal dm <sup>3</sup> /s.	Calidad agua	Observaciones
				Pozo	Agua con desagüe parado				
Pozo	Aguas potables	Rda del Calvario	Ayuntamiento, abastecimiento	44	43	15 HP. eléct.	8	Fina	Desciende por el estiaje
Id.	Burgalela	Callejón S. Jaime, 12	Olegario Godó, estación y riego	28	27	15 HP. id. 18 HP. explo.	17	Id.	Id.
Id. con galería	Baseta Rocha	Baseta Rocha	Sociedad Riegos «La Primitiva», riego	36	34	47 HP. id. 60 HP. gas	50	Id.	Id.
Id. con socavón	El Bordar	Bordar	Id. «El Bordar», id.	22	21	25 HP. explo.	25	Semigorda	Id.
Id. con galería	Ribabaques	Ribabaques	Id. «Ribabaques», id.	33	30	60 HP. id.	50	Id.	Id.
Pozo	De Javier	La Joya	Id. «Cap. de Cousell y «Let Pous», id.	17	16	25 HP. id.	50	Fina	Id.
Id.	Burrianero	Roquetes	Id. «S. Bartolomé», id.	16	15	44 HP. id.	65	Semigorda	Id.
Id. con galería	El Porvenir	Baseta Rocha	Id. «El Porvenir», id.	33	32	36 HP. id.	40	Fina	Id.
Pozo	Rambleta	Ribabaques	Id. «La Rambleta de Seg.», id.	46	44	50 HP. id.	50	Id.	Id.
Id.	De Grancha	Les Cerderes	Id. «El Remén de Cap. y Corp.», id.	21	20	44 HP. id.	65	Id.	Id.
Id.	Mojón	El Mojón	Id. «El Puig», id.	60	59	60 HP. id.	40	Id.	Id.
Id.	Frechinals	Frechinals	Id. «Frechinals», id.	27	26	15 HP. id.	17	Id.	Id.
Id.	Cerdá	Cerdá	Id. «Cerdá-Villalón», id.	46	45	65 HP. gas	65	Id.	Id.
Id. con sondeo	La Verdoya	Verdoya	Id. «La Verdoya», id.	60	59	60 HP. explo.	40	Id.	Id.
Pozo	Mare de Deu	Albalat	Id. «Mare de Deu de Albalat», id.	23	22	32 HP. id.	40	Id.	Id.
Id. con sondeo	Castell	Id.	Id. «Castell de Albalat», id.	24	23	25 HP. id.	35	Id.	Id.
Pozo	Dualde	Cerderes	D. Joaquín Dualde, id.	13	12	10 HP. eléct.	10	Id.	Id.
Id. y sondeo	Foya	Foya	D. Luis Martí González, id.	23	21	13 HP. explo.	20	Id.	Id.
Id.	Piqueta	Piqueta	Id., id.	4	3	3,5 HP. id.	20	Id.	Id.
Pozo	Foya	Foya	D.ª Vicenta Pitarch Fonte, id.	18	17	8 HP. eléct.	7	Id.	Id.
Id.	Vaporet	Bustalets	D. Gerardo Roig Vives, id.	10	7	11 HP. explo.	25	Id.	Id.
Id.	Capilla	Calvario Viejo	D. Vicente Vilaplana, id.	12	10	8 HP. id.	23	Id.	Id.
Id.	Blaya	Pou Ibáñez	D. Vicente Traver y D. José Teruel, id.	14	13	18 HP. id.	33	Fina	No
Id.	Mars	Cap. de Consell	D.ª Dolores Escrig Salvador, id.	12	11	5 HP. gasol.	14	Gorda	Id.
Id.	Marqués	Campás	D. Rafael Selva Salvador, id.	10	8	20 HP. gasol.	7	Gorda	Id.
Id.	Blasco	Calvario	D. Agustín Pitarch Domenech, id.	45	41	18 HP. explo.	17	Fina	Id.
Id.	Id.	Pou Ibáñez	Id., id.	10	9	3 HP. id.	10	Gorda	Desciende por el estiaje
Id.	Neque	C. José Antonio	D. Federico Batllés Gómez, id.	20	18	18 HP. id.	20	Id.	Id.
Id.	Traver	Villalón	D. Francisco Traver González, id.	25	23	25 HP. gas	30	Fina	No
Id.	Desamparados	Cerdá	D. Vicente Barberá Bisbal, id.	8	7	24 HP. explo. 12 HP. id.	80	Id.	Id.
Id.	Torre	Id.	Id., id.	8	4	20 HP. y 30 HP. id.	160	Id.	Id.
Id.	Fábrica	J. Antonio, 163	C. L. V. T. E., id.	33	32	15 HP. eléct.	10	Id.	Id.
Id. con galería	Clara	Calvario Viejo	D. Jose Betoret Fonte, id.	27	22	25-30 HP. gas	35	Id.	Id.
Pozo	Albalat	Albalat	Id., id.	8	6	16-20 HP. explo.	35	Id.	Id.
Id.	Capella	Bustalets	Id., id.	8	6	11 HP. id.	12	Id.	Id.

## RELACION DE ALUMBRAMIENTO DE AGUA SUBTERRANEA

b) *Término de Alcalá de Chisvert*

Paraje	Propietario y usos del agua	Profundidad		Potencia y clase motor	Caudal dm <sup>3</sup> /mm.
		del pozo	del agua		
Capicorp	Agustín Bayerri y otros, luerta	3	2	Sin motor	200
"	Dolores Folch Roda, id.	7	6	"	200
Canaret	José Bayerri y otros, id.	20	19	3,5 HP explosión	500
Capicorp	José Bellés Qavernia, id.	18	16	5 HP "	500
"	Vicente Arnau y otro, id.	16	15	5 HP "	600
Alcocebre	Ramón Sancho, id.	18	16	3,5 HP "	400
"	Ramón Cantavilla y otro, id.	8	7	Sin motor	200
"	Rafael Arrufat y otros, id.	6	5	"	200
Canaret	Josefa Ortiz Fresquet y otro, id.	19	18	"	200
"	Id., id.	10	9	"	200
"	Agustín Voltes Guillamón, id.	20	19	3,5 HP explosión	400
"	Consuelo Cavalles M., id.	15	14	3,5 HP "	400
"	José Herrera Rocá, id.	17	15	Sin motor	200
"	Fernando Mur Carbato, id.	18	16	3,5 HP explosión	400
"	Padres Franciscanos, id.	17	15	3,5 HP "	200
Convento	Magdalena Herrera Gruño, id.	16	14	3 HP "	400
Canaret	Josefa Puig Vilanova, id.	10	9	Sin motor	200
Alcocebre	Domingo Abella Mestre, id.	15	14	3,5 HP explosión	500
"	Miguel Mañez Gabarra, id.	7	6	Sin motor	200
"	Joaquín Zaragoza y otro, id.	20	18	3 HP explosión	400
Estany	Teresa Presentación Campa, id.	30	28	2,5 HP "	300
Canaret					

(Continuación)

Paraje	Propietario y usos del agua	Profundidad		Potencia y clase motor	Caudal dm <sup>3</sup> /mm.
		del pozo	del agua		
Capicorp	Inés Alberich Salvador, id.	9	8	6 HP explosión	1.000
Pozo Sauce	Benito Agut Alberich, id.	15	14	Sin motor	200
Canaret	Félix Loirente Segarra, id.	10	9	"	200
Pozo Sauce	Francisco Sancho Folck, id.	15	13	"	200
Canaret	Francisco Amargos Vela, id.	9	8	"	200
Alcocebre	José V. Roda Moya, id.	10	9	"	200
Canaret	Vicente Sempere Zaragoza, id.	10	9	2 HP explosión	500
Alcocebre	Ignacio Mañez Sospedra, id.	8	7	2 HP "	250
"	Gloria Sospedra Calduch, id.	9	8	Sin motor	—
Pozo Sauce	Isabel Cucala Bosch, id.	8	7	"	—
Canaret	Julio Segarra Albert, id.	9	8	3 HP explosión	600
Alcocebre	Miguel Albalat Castell, id.	18	16	Sin motor	200
Capicorp	Manuela Barceló Bayerri, id.	16	15	4 HP explosión	400
"	Id., id.	9	8	Sin motor	200
"	Antonio Beltrán Romeu, id.	8	7	5 HP explosión	600
"	Francisco Marín Albert, id.	18	16	Sin motor	200
"	Francisca Mañez Bayerri, id.	5	4,5	"	200
"	Francisco Esteller Cucala, id.	7	6	3,5 HP explosión	800
Alcocebre	Felipe Monreal Rovira, id.	22	19	2,5 HP "	300
"	Francisco Paira Salvador, id.	17	16	5 HP "	400
"	José Belles Sanz, id.	4	3,5	Sin motor	100
Capicorp	Joaquín Cherta Vela, id.	9	8	2,5 HP explosión	400
Caudet					

(Continuación)

Paraje	Propietario y usos del agua	Profundidad		Potencia y clase motor	Caudal dm <sup>3</sup> /mn.
		del pozo	del agua		
Alcocebre	José Ferrando, id.	5	4	Sin motor	200
»	Francisca Alberich Martorell, id.	5	4	»	200
Barranquet	Leonor Alberich Martorell, id.	12	11	»	150
Alcoceber	Pascual Cherta Sánchez, id.	18	16	»	250
Capicorp	José Petarch Celma, id.	33	30	20 HP explosión	900
»	Francisco Petarch Celma id.	30	28	7 HP »	500
Canaret	Benjamin, id.	20	18	5 HP »	400
»	Manuel Ebri Mañez, id.	20	18	3 HP »	350
»	Pascual Martín Fabregat, id.	16	15	3,5 HP »	300
Alcoceber	Id., id.	7	6	2,5 HP »	300
Capicorp	Joaquín Zaragoza Vela, id.	20	18	5 HP »	800
Relamar	José Lorient Galarra, id.	10	9	Sin motor	150
Capicorp	Joaquín Herrera Masip, id.	4	3,5	2 HP explosión	400
Alcoceber	José Poscar Fabregat, id.	13	12	3,5 HP »	500
»	Gonzalo Sánchez Calatayud id.	15	14	6 HP »	500
»	Dolores Caudet Vela, id.	10	9	3,5 HP »	500
»	Francisco Sospedra Arnau, id.	7	6	Sin motor	200
»	Vicente Marín Espallargues, id.	5	4,5	»	200
»	Vicente Marín Martí, id.	6	5	»	200
»	Adolfo Campos Robres, id.	17	16	3,5 HP explosión	400
»	Vicente Calduch Albert, id.	10	8	4 HP »	500
Capicorp	Id., id.	8	7	5,5 HP »	700

(Continuación)

Paraje	Propietario y usos del agua	Profundidad		Potencia y clase motor	Caudal dm <sup>3</sup> /mn.
		del pozo	del agua		
Alcoceber	José Albert Sanz, id.	5	4	Sin motor	200
»	Amparo Ibáñez Roda, id.	7	8	3,5 HP explosión	400
»	Dolores Cucala Boch, id.	8	6	Sin motor	—
Capicorp	Vicente Martorell Sospedra, id.	22	19	3,5 HP explosión	400
Canaret	Josefa y Carmen Esteller Vela, id.	15	14	2,5 HP »	300
Alcoceber	Joaquín Llorens Amargós, id.	9	8	Sin motor	200
»	Andrés Hueto Calvo, id.	9	8	5,5 HP explosión	600
»	Manuel Belles Domenech y otro,	13	10	3,5 HP »	500
Canaret	Salvador C. Vela, id.	16	15	Sin motor	200
Alcoceber	José Mendoza Pascual, id.	9	8	3,5 HP explosión	400
Capicorp	Joaquín Puig Albert, id.	8	7	3,5 HP »	300
»	Domingo Llorens, id.	22	19	3,5 HP »	400
Canaret	Luis Aiza Parmer, id.	20	18	Sin motor	200
Capicorp	Luis Esteller Galarra y otro, id.	5	4	»	150
Alcoceber	Perfecto Sancho y otros, id.	18	16	»	200
Ribavaques	Severo D. Larrosa, id.	16	15	5 HP explosión	600
Capicorp	Joaquín Puig Albert, id. fi	7	6	No se usa	—
Alcoceber	Joaquín Balaguer Cantavell, id.	5	4	Sin motor	200
Pozo Sauce	Id., id.	25	24	»	100
Capicorp	Juan Dempere Albert, id.	4	3	3 HP explosión	400
Canaret	Vicenta Lorens Mollón, id.	18	17	5,5 HP »	500
Capicorp	Enrique Roig Sales, id.	10	9	5,5 HP »	600

(Continuación)

P a r a j e	Propietario y usos del agua	Profundidad		Potencia y clase motor	Caudal dm <sup>3</sup> /mn.
		del pozo	del agua		
»	Antonio Adell Lorient y otros,	20	18	3,5 HP explosión	400
»	Eduardo Pitarch Molés, id.	14	12	0,5 HP »	500
»	Joaquín Vidal Vidal, id.	22	20	3 HP »	600
Anrochet	Manuel Mañez Cherta, id.	20	19	Sin motor	200
Capicorp	Amparo Monreal Rivera y otro,	25	24	5 HP explosión	600
»	Pascual Bosch Conesa, id.	8	7	3,5 HP »	800
Alcoceber	José Beltrán Roca, id.	10	9	3 HP »	500
»	Gabriel Herrera Mezquita, id.	5	4	3 HP »	600
Canaret	Encarnación Zaragoza Albert, id.	17	15	3,5 HP »	500
Capicorp	Carmen Caudet Vela, id.	5	4	2 HP »	400
Alcoceber	Inocencia Cherta Gabarra, id.	5	4	Sin motor	200
»	Mercedes Chillida Mañez, id.	10	9	» »	200
»	Miguel Simá Avila, id.	22	20	» »	150
»	Joaquín Martí Tena, id.	5	4	» »	200
Canaret	Teresa Cucala Amella, id.	17	15	6 HP explosión	1.000
Alcoceber	Josefa Martí Tena, id.	10	9	Sin motor	200
Ribamar	Ramón Bruño P., id.	16	14	» »	200
Capicorp	Bias Agut Alberich, id.	5	4	4,5 HP explosión	600
Alcoceber	M.ª Fernanda Esteller Trever, id.	4	3,5	Sin motor	200
»	Vicente Pitarch París, id.	30	27	» »	150
Chorra	Pascual Cucala Albert y otro. id.	20	18	5 HP explosión	600
»	José Angeles Cucala, id.			3 HP »	400

(Continuación)

P a r a j e	Propietario y usos del agua	Profundidad		Potencia y clase motor	Caudal dm <sup>3</sup> /mn.
		del pozo	del agua		
Foya	Francisco Conesa Larrosa,	20	18	Sin motor	200
Capicorp	José Ripollés Caballer, id.	10	9	5 HP explosión	500
Canaret	Mauricio Caldach Esteller, id.	17	15	3,5 HP »	400
Alcoceber	Francisco Bosch Pairs, id.	15	14	3,5 HP »	400
Canaret	José Peraire Salvá, id.	15	14	Sin motor	200
Chorra	Bautista Ebrí Pitarch, id.	30	28	3 HP explosión	300
Capicorp	Antonio Herrero G., id.	15	14	Sin motor	200
Alcoceber	Pascual Fresquet Martí, id.	12	11	3,5 HP explosión	500
Capicorp	Fernando Peraire Rodríguez, id.	22	20	5,5 HP »	500
»	Vicente Gainedo Puig, id.	21	20	Sin motor	200
»	M.ª Josefa Cucala Ibañez, id.	20	19	3,5 HP explosión	500
»	Vicente Salvador Sospedra, id.	5	4	3,5 HP »	800
Pozo Sauce	Toribio Vela Roca, id.	14	13	Sin motor	200
Eras de Valls	José Puig Puig, id.	10	9	» »	150
Alcoceber	Federico García Fons, id.	15	13	10 HP explosión	800
Chorra	Ricardo Albert Segarra, id.	19	9	7,5 HP »	400
Canaret	Juan Roda Roda, id.	20	18	3,5 HP »	400
»	Pascual Voltes Alberich, id.	5	4	Sin motor	200
»	Ezequiel Torbajada Cardete, id.	20	19	4,5 HP explosión	400
»	Francisco Ortiz Mañez, id.	10	9	3,5 HP »	400
»	Antonio Lluda Varela, id.	20	18	10,5 HP »	800
Capicorp	Luis Ros de Ursinos, id.	26	23	6,5 HP »	600



*(Continuación)*

Paraje	Propietario y usos del agua	Profundidad		Potencia y clase motor	Caudal dm <sup>3</sup> /mn.
		del pozo	del agua		
Alcoceber	Angela Rodríguez Pons, id.	10	9	Sin motor	200
»	Gaspar Sanz Folch, id.	12	11	»	200
Capicorp	Vicente Pitarch Pascual, id.	10	9	»	200
Alcoceber	Magdalena Cavaller Vela, id.	6	5	»	200
Eras de Valls	Felipe Llorens Mollón, id.	25	23	»	200
Capicorp	Joaquín Albert Larrosa, id.	11	9	»	200
»	Id., id.	17	15	5 HP explosión	500
»	Vicente Salvador, id.	10	9	3,5 HP »	700
»	Santiago Caiduch Allert, id.	6	5	2 HP »	400
»	José Puig Pascual, id.	15	14	Sin motor	200
»	Salud Prosper Dorda, id.	5	4	»	200
Alcoceber	Juan M. <sup>a</sup> Cherta Zaragoza, id.	5	4	»	200
Capicorp	Francisco Cherta Zaragoza, id.	5	4	No se usa	—
Canaret	José Sancho Sanz, id.	13	6	3,5 HP explosión	500
Capicorp	José Sánchez García, id.	10	9	Sin motor	200
»	Joaquín Albert Larrosa, id.	14	12	4 HP explosión	500
S. Miguel	Agustín Vinuesa P., id.	10	9	Sin motor	150
Alcoceber	José Escrich Folch, id.	5	4	»	200
Pozo Sauce	Vicente Lorient Traver, id.	20	18	»	150
Capicorp	Manuel Pitarch Albalet, id.	15	14	3,5 HP explosión	500
Alcoceber	Bautista Bosch Martorell, id.	15	14	Sin motor	200
»	Joaquín Roda Mañez, id.	10	9	3,5 HP explosión	400

*(Continuación)*

Paraje	Propietario y usos del agua	Profundidad		Potencia y clase motor	Caudal dm <sup>3</sup> /mn.
		del pozo	del agua		
Canaret	Vicente Arrufat Amargo, id.	8	7	Sin motor	200
Capicorp	Francisco Esteller Gabarra, id.	19	18	5 HP explosión	600
Canaret	Vicente Rubio Bost, id.	7	6	Sin motor	150
Estañy	Enrique Sanz Balaguer, id.	10	9	3,5 HP explosión	400
Capicorp	Vicente Traver Espel, id.	5	4,5	Sin motor	150
Chorva	Juan J. Esteller Ripollés, id.	28	20	12 HP explosión	800
Alcoceber	Angel Monreal Rovira, id.	8	8	16 HP »	700
»	Ramón Ferrer Serret, id.	19	17	Sin motor	200
»	Bautista Panner Puig, id.	11	10	»	200
»	Bautista Martorell Sánchez, id.	17	16	3 HP explosión	400
»	Joaquín Tolel Freiquet, id.	6	5	Sin motor	200
»	Magdalena Polo Hra. y otros, id.	10	9	»	150
»	Juan M. <sup>a</sup> Pavia Villaplana, id.	7	6	»	200
Capicorp	Vicente Sancho Herrera, id.	12	9	»	200
»	Id., id.	12	10	»	200
»	Ramón Llorens Sorli, id.	12	10	5 HP explosión	500
Morito	Genoveva Roca Vela, id.	22	21	No se usa	—
Canaret	Josefa Ortiz Fresquet, id.	6	5	Sin motor	200
Capicorp	Evaristo Roig Bost, id.	15	13	3 HP explosión	400
»	Joaquín Fresquet Sanz, id.	8	7	3 HP »	400
Alcoceber	Vicente Roda Ayoro, id.	16	15	Sin motor	200
Almedijar	Magín Puig Roda y otro, id.	16	15	»	200

(Continuación)

Paraje	Propietario y usos del agua	Profundidad		Potencia y clase motor	Caudal dm <sup>3</sup> /mn.
		del pozo	del agua		
Alcoceber Capicorp	Juan Amargos Vela, id.	16	15	Sin motor	200
"	Jaime Mari Muleavela, id.	7	6	3,5 HP explosión	800
"	Santiago Calduch Albert, id.	18	16	3,5 HP »	500
Estañá	José Sanz Balaguer, id.	6	5	Sin motor	200
Alcoceber Capicorp	Francisca Sospedra Vidal, id.	5	4	»	150
Alcoceber	M.ª Josefa Cucala Mañez, id.	15	14	3,5 HP explosión	400
Ribamar	Joaquín Mora Garron, id.	23	21	5 HP »	500
	Sindicato de S. José de Almazora	Por sí sola al mar		No se usa	23.000

## CAPITULO VI

## MINERÍA Y CANTERAS

No existen grandes explotaciones de canteras en la zona objeto de nuestro estudio.

La ausencia de afloramientos del Keuper, impide la presencia de explotaciones de yesos, tan frecuentes en otros puntos de la región.

Existen, en cambio, como es sabido, grandes asomos de calizas jurásicas y cretáceas, en general de excelente calidad.

La falta de industrias grandes próximas, o de núcleos de población importantes, limita la explotación de estas calizas, a causa principalmente del encarecimiento impuesto por el transporte. Las explotaciones que hemos encontrado, todas ellas próximas a las vías de comunicación, consisten en pequeñas canteras, de funcionamiento irregular y discontinuo, y cuyos productos se destinan a satisfacer las necesidades locales de piedra para construcción, así como a atender las reparaciones de carreteras de la zona, o la reposición de balasto para el ferrocarril.

Mayor importancia adquieren las explotaciones de arcillas del Aptense inferior y el Wealdense, y que se destinan a las industrias locales de cerámica y alfarería de Torreblanca y Alcalá de Chisvert.

En la época de nuestro estudio de la zona, la más importante de estas canteras de arcillas se encontraba al Sur del P. K. 113 de la carretera de Barcelona.

En el interior de la zona estudiada, las capas de arenas caoliníferas del Wealdense o del Albense, alcanzan mucho menor desarrollo y continuidad que en otros puntos relativamente próximos de la provincia de Castellón. Por ello, no son objeto de explotación, como ocurre en estos otros lugares.

Párrafo aparte merecen las acumulaciones de turba que se encuentran en la zona costera de Torreblanca.

Es lástima que, aparte de las investigaciones científicas de carác-

ter esencialmente paleobotánico a que en otro capítulo nos hemos referido, no exista hasta la fecha ningún estudio moderno publicado, minero o industrial, sobre las reservas y aprovechamiento de las turberas de Torreblanca.

El más reciente estudio que conocemos es el trabajo del Ingeniero de Minas, D. José Soriano, publicado en 1922. En él se hacen muy acertadas observaciones sobre la naturaleza y génesis de estas turberas, y se estima su cubicación en 2.700.000 Tn. de turba seca.

Se extienden las turberas, en la costa de Torreblanca, en una longitud aproximada de 4 kilómetros, y con una anchura media de 0,5 kilómetros. La potencia de turba explotable es del orden de 3,50 m. en la zona central de las turberas, y de 1 m., aproximadamente, en sus bordes.

Tiene la capa de turba explotable una montera de aproximadamente un metro de potencia, constituida por légamo arcilloso en la parte superior y por turba impura en la inferior.

Es notable observar cómo el fondo de la turbera se encuentra hoy unos 4 m. por debajo del nivel del mar. Ello indica un descenso de la cota actual, en relación al mar, de 4 m. por lo mínimo, y quizás aún superior. Ello forma parte de los movimientos epirogenéticos de fecha reciente, a que nos hemos referido en otro lugar.

Teniendo en cuenta que el cordón litoral que hoy separa los marginales de Torreblanca de la línea de costa es transgresivo sobre las capas de turba, resulta muy probable que aquéllas se prolonguen hacia el Este, por debajo del mar, en una extensión considerable.

El análisis de la turba de Torreblanca, según el estudio de don José Soriano, es el siguiente:

Carbono fijo ... ..	20,75 %
Humedad ... ..	12,20 %
Sustancias volátiles ... ..	39,80 %
Cenizas ... ..	27,75 %
<hr/>	
Total ... ..	100,— %

Resulta notable cómo unas turberas de tan grandes reservas, con montera reducida, turba de buena calidad, y adosadas a carretera y ferrocarril, además de a la costa, no hayan sido objeto de una brillante explotación, y más aún si se tienen en cuenta los innumera-

bles intentos de beneficio de esta turba, que se han llevado a cabo sin éxito hasta la fecha.

Según los datos del trabajo del Sr. Soriano, desde 1866 hasta 1922 tuvieron lugar nada menos que cuatro diferentes intentos de explotación de las turberas de Torreblanca, por distintas compañías, y todos ellos fracasaron, a pesar de que en algunos se llegó a emplear determinada maquinaria.

Con posterioridad al año 1940, se han realizado asimismo algunos ensayos de explotación, pero no han pasado de meros intentos. Es posible que las dificultades relacionadas con la abundancia de agua salobre dificulten el laboreo hasta hacerlo no rentable, pero, sin llegar a estudiar a fondo el asunto, creemos que con el empleo de maquinaria moderna adecuada podría llevarse a cabo con éxito esta explotación, máxime, habida cuenta del elevado precio que actualmente alcanza la turba, a causa de su utilización en gran escala en la Agricultura.

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFÍA

- ALMELA, A.: *Una nueva especie de Ductyoconus 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. 33. Madrid.
- BELTRÁN, F. (1924): *Sobre algunos fósiles del Wealdico de Benegeber (Valencia)*. «Bolet. R. Soc. Hist. Nat.».
- BRINKMANN, R. (1948): *Las cadenas béticas y celtibéricas en el SE. de España*. Cons. Sup. Inv. Científicas, «Lucas Mallada». Madrid.
- (1933): *Sobre el problema de la fosa bética*. «Bol. Soc. Geográfica». 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.
- BURRI, C. y PARGA PONDAL, I. (1835): *Beiträge zur Kenntnis einiger jungvulcanischer Cestaine Spaniens*. «Schw. Min. Petr. Mitt.», Bd. XV, págs. 277-9.
- CORTÁZAR, D. (1875): *Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Cuenca*. «Mem. Com. Mapa Geol. España».
- CARRERAS CANDI: *Geografía del Reino de Valencia*.
- CAVANILLES, A. J. (1875-1877): *Observaciones sobre la Historia natural, Geografía, Agricultura, población y frutos del Reino de Valencia*. Madrid.
- CERVERA BARAT, R. (1903): *Crónica de viaje (por la provincia de Valencia)* «El Mercantil Valenciano». Valencia.
- 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.
- DARDER PERICÁS, B. (1945): *Estudio geológico del S. de la provincia de Valencia y N. de la de Alicante*. «Bol. Inst. Geol. Min. España», t. LVIII. Madrid.
- DUPUY DE LÔME, E y NOVO, P. (1917): *Estudios hidrogeológicos en las provincias de Murcia y Alicante*. «Bol. Instituto Geol.». Madrid.
- DUPUY DE LÔME SÁNCHEZ, E. (1956): *Alumbramiento de aguas subterráneas en la provincia de Albacete*. «Notas y Com. Inst. Geol.», vol. 44. Madrid.
- — *Hojas geológicas escala 1:50.000 de Sagunto, Liria, Cheste, Navarré Almansa, Canals, Caudete, Onteniente y Venta del Moro*.
- DUPUY DE LÔME SÁNCHEZ, E. y MARÍN DE LA BÀRCENA, A.: *Memorias y hojas geológicas, a escala 1:50.000, de Montealegre, Jalance y Utiel*.
- DUPUY DE LÔME SÁNCHEZ, E. y SÁNCHEZ LOZANO, R. (1956): *El sistema cretáceo en el Levante español*. «Mem. Inst. Geol.», t. 57. Madrid.
- — — *Hojas geológicas a escala 1:50.000 de Ayora y Alcoy*.

- DUPUY DE LÔME SÁNCHEZ, E. 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 à l'ouest du l'antano del Generalísimo. Prov. de Valencia, Espagne*. «D. E. S.». París, 1959.
- GIGNOUX, M. y FALLOT, P. (1926): *Contribution à la connaissance des terrains néogènes et quaternaires marins sur les côtes méditerranées d'Espagne*. «Comptes rendus du Congrès Géol. International». París.
- HAHNE, C.: *Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona*. Cons. Sup. Invest. Cient., Inst. «Lucas Mallada». Madrid.
- — *Das Keltiberische Gebirgsland östlich der Linie Cuenca-Teruel-Alfambra*
- HUMBERT, M.: *Contribución al conocimiento geológico de la región de Arco de Sainas* «Notas y Comunicaciones I. G. M. E.». Madrid, 1962.
- JENSEN (1927): *Die spanische Ost-Küste von Cartagena bis Castellon* «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. Invest. Científ. 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*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa Geológico de España. Escala 1:40.000*. Instituto Geológico y Minero de España.
- — *Escala 1:1.000.0*. Instituto Geol. y Min. de España. Edic. 1952 y 1956.
- — *Escala 1:1.000.0*
- MONTADERT, L.: *Contributon à 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 prov. de Valence*. «Bol. Com. Mapa Geol.», tomo XX. Madrid.
- PARGA PONDAL, I. (1935): *Quimismo de las manifestaciones magmáticas cenozoicas de la Península Ibérica*. «Trab. Museo Nac. Cien. Nat.», Serie Geol., número 39. Madrid.
- PENTELOTE, R.: *Les series Primaires et secondaires du rio Turia, prov. de Valencia, Espagne*. «D. E. S.». París, 1957.
- QUINERO, J. y REVILLA, J. (1958): *Algunos fósiles triásicos en la prov. de Valencia*. «Notas y Com. Inst. Geol.». Madrid.
- — — (1958): *Yacimientos fosilíferos del Mioceno continental de la provincia de Albacete*. «Notas y Com. Inst. Geol.». Madrid.
- RAMBAUD, Dominique: *Descripción geológica de Tuéjar (Valencia)*. «Notas y Com. I. G. M. E.». Madrid, 1962.

- REVILLA, J. (1958): *Nerítinas de la Fuente del Viso*. «Notas y Com. Inst. Geol.». Madrid.
- RICHTER, G. y TEICHMÜLLER, R. (1933): *Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten*. Berlin.
- RICHTER (1930): *Die iberischen Ketten zwischen Jalon und Demanda*.
- ROTHE, B.: *Etude géologique détaillée de la région d'Aras de Alpucente, 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*. «Mon. 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. Minas y Metalurgia». Junio 1922.
- VERNEUIL, E. y COLLOMB, E. (1854): *Itineraire géognostique dans le SE. de l'Espagne*. «Vull. Soc. Géol. France». París.
- VILANOVA Y PIERA, J. (1881-1884): *Reseña geológica de la prov. de Valencia*. «Bol. Soc. Geogr.». Madrid.



Foto 1.—Alcalá de Chisvert desde el oeste. Aptense y Mioceno.



Foto 2.—Sierra y castillo de Alcalá de Chisvert desde el oeste. Aptense y Jurásico.  
Obsérvese la nitidez de la línea de fractura.



Foto 3. —Sierra de Alcaú de Chisvert desde el oeste. Anticlinal Jurásico.



Foto 4.—Aptense en la Sierra de Estopel. Destacan los bancos más consistentes de calizas arrecifales



Foto 5.—Aptense al N. de Alcocebre. En primer término conglomerados post-orogénicos.



Foto 6.—Aptense y conglomerados post-orogénicos sobre el Mediterráneo, al sur del paraje La Bolseta.





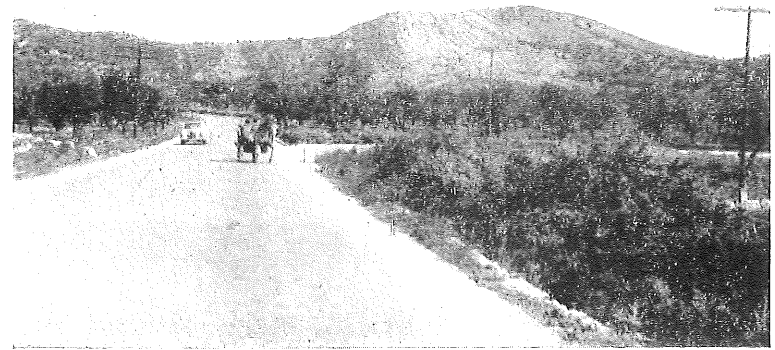


Foto 7.—Sucesión monoclinal Aptense al sur del paraje Estopel, vista desde la carretera general de Valencia a Barcelona.

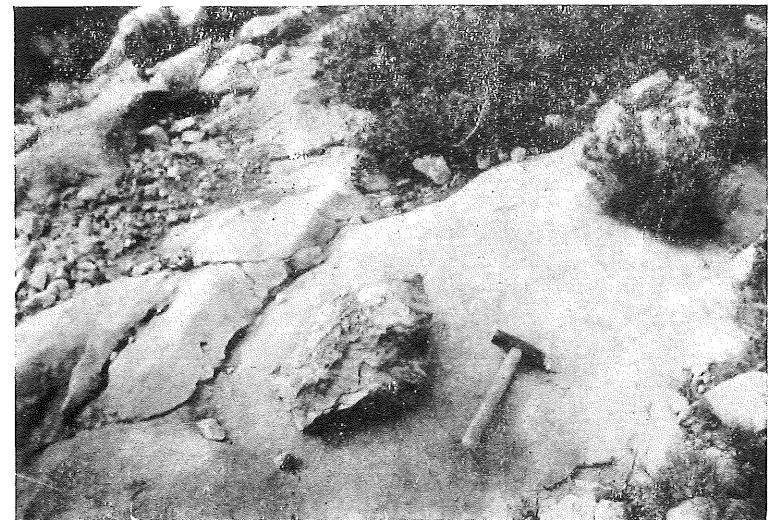


Foto 8.—Magnífico ejemplar de *Exogira boussingaulti* en las margas Aptenses de la vertiente occidental del Puerto de Torreblanca.

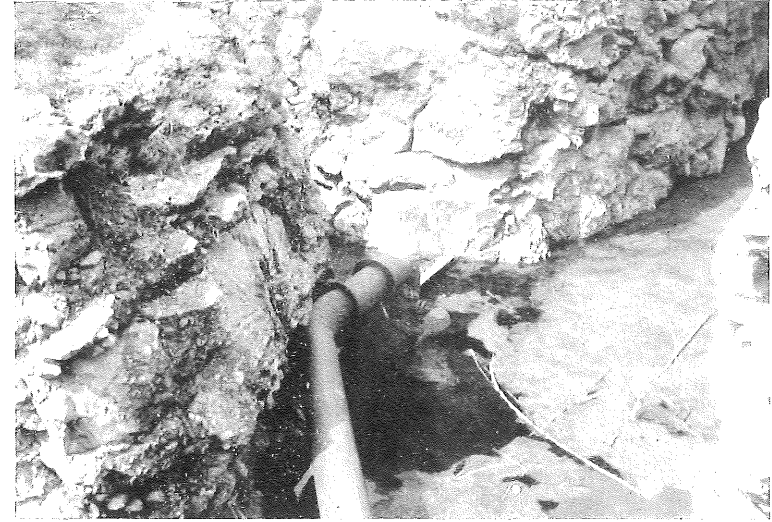


Foto 9.—Captación de agua en Alcocebre. Al llevarse la labor a cota inferior a la del mar, el agua alumbrada fué salobre.



Foto 10.—Surgencias de agua dulce en la costa, al norte de Alcocebre.