

R. 16563

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACIÓN

DE LA

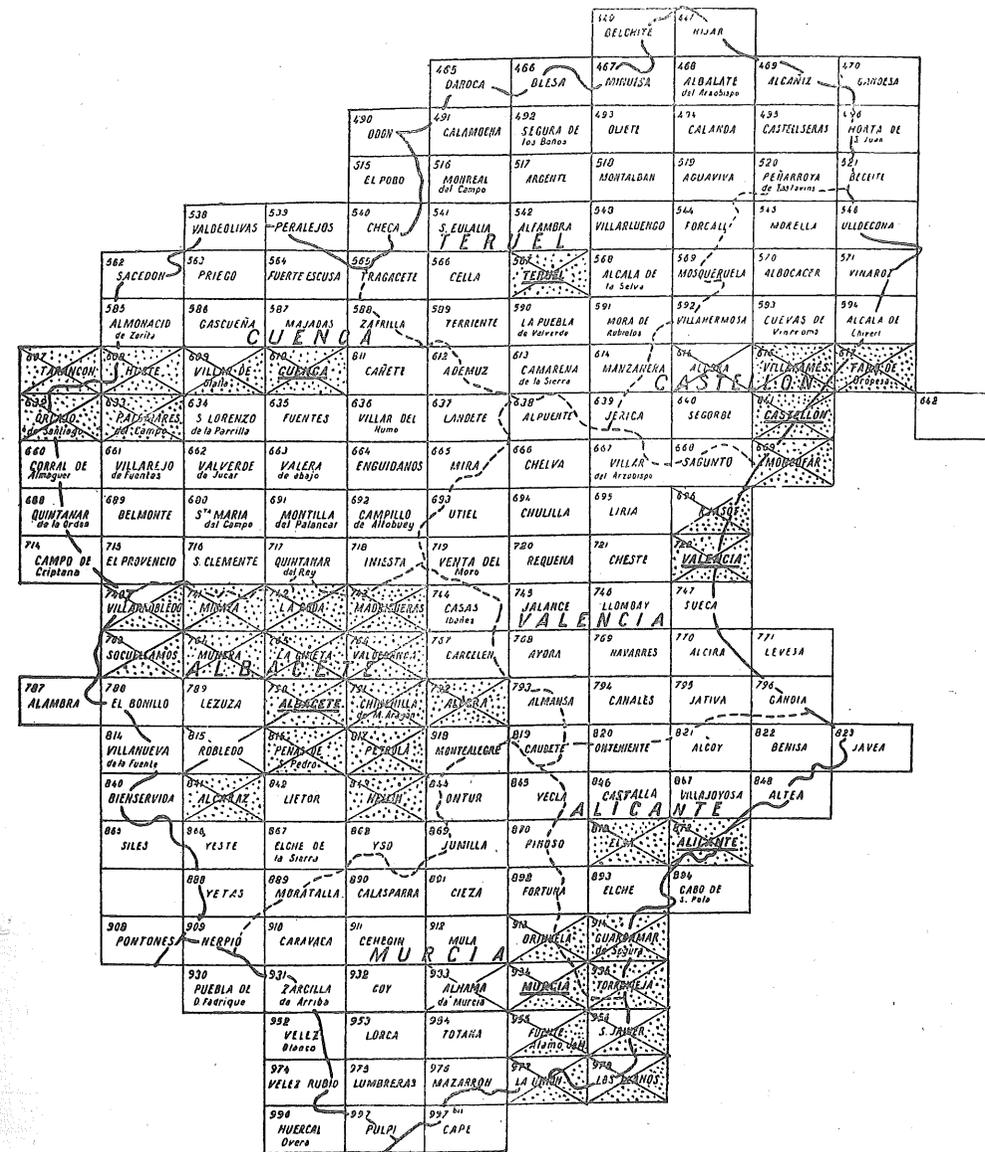
HOJA N.º 616

VILLAFAMÉS

(CASTELLÓN DE LA PLANA)

MADRID
TIP.-LIT. COLLAUT
MANTUANO, 49
1950

SEXTA REGIÓN GEOLÓGICA
SITUACIÓN DE LA HOJA DE VILLAFAMÉS, NÚMERO 616



Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por los ingenieros de minas D. DIEGO TEMPLADO MARTÍNEZ y D. JOSÉ MESEGUER PARDO.

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.

Publicada En prensa En campo

PERSONAL DE LA SEXTA REGIÓN GEOLÓGICA:

Jefe D. Diego Templado Martínez.
Subjefe D. José Meseguer Pardo.
Ingeniero D. Sebastián Padilla y López de Anca (†).
Ingeniero D. José M.^a Fernández Becerril.
Secretario D. Manuel Abbad y Berger.

ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Bibliografía	5
II. Historia	15
III. Geografía física	21
IV. Estratigrafía	27
V. Tectónica	35
VI. Hidrología subterránea	39
VII. Minería y canteras	43
VIII. Agronomía	47

I

BIBLIOGRAFÍA

1. 1795 - 97. A. J. CAVANILLES: «Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reino de Valencia».—Madrid.
2. 1797. V. I. FRANCO: «Cartas de Advertencias a la Historia natural del Reino de Valencia».—Valencia.
3. 1816. A. LABORDE: «Itinerario descriptivo de las provincias de España, con una sucinta idea de su situación geográfica».—Valencia.
4. 1832. T. GONZÁLEZ: «Registro y relación general de minas de la corona de Castilla».—Madrid.
5. 1846. P. MADOZ: «Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España».—Madrid.
6. 1850 - 59. J. EZQUERRA DEL BAYO: «Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península».—Mem. Acad. Cienc., t. I y IV. Madrid.
7. 1850. E. DE VERNEUIL: «Notice on the geological map of Spain».—Rep. Brit. Assoc. Londres.
- 7 bis. 1851. J. DE MADRID DÁVILA: «Sobre la minería de la provincia de Castellón de la Plana».—Revista Minera, tomo II. Madrid.
8. 1852. E. DE VERNEUIL: «Del terreno cretácico en España».—Revista Min., t. III. Madrid.
9. — E. DE VERNEUIL et E. COLLOMB: «Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne».—Bull. Soc. Géol. Franc., 2.^a ser. t. X. París.
10. — M. WILLKOMM: «Die Strand und Steppengebiete der Iberischen Halbinsel und deren Vegetation».—Leipzig.

11. 1854. F. DE BOTELLA: «Ojeada sobre la geología del Reino de Valencia».—Madrid.
12. 1854. F. DE BOTELLA: «Descripción de las minas, canteras y fábricas de fundición del Distrito de Valencia, precedida de un bosquejo geológico del terreno».—Rev. Min., t. V. Madrid.
13. 1856. E. DE VERNEUIL et E. COLLOMB: «Itinéraire géognostique dans le Sud-Est de l'Espagne».—Bull. Soc. Géol. Franc. 2.^a serie, t. XIII. París.
14. — E. DE VERNEUIL et E. COLLOMB: «Observations géologiques et barométriques faites en Espagne, en 1856».—Bull. Soc. Géol. Franc., 2.^a ser., t. XIII. París.
15. 1858. G. SCHULZ: «Memoria de los trabajos verificados en el año de 1855, por la Comisión encargada de formar el mapa geológico de la provincia de Madrid y el general del reino».—Madrid.
16. — J. VILANOVA: «Memoria geognóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón».—Mem. Acad. Cienc., 3.^a serie, t. II. Madrid.
17. 1860. F. DE CUTOLI: «Apuntes sobre la minería de las provincias de Valencia, Castellón, Alicante y Albacete».—Bol. Of. Min. Fom., t. XXXIII. Madrid.
18. 1861. J. B. CARRASCO: «Geografía general de España».—Madrid.
19. 1866. H. COQUAND: «Monographie paléontologique de l'étage aptien de l'Espagne».—Mem. Soc. Emul. Prov., t. CLII. Marsella.
20. — E. JACQUOT: «Sur la composition et sur l'age des assises, qui, dans la Peninsule Iberique, separent la formation carbonifere des depots jurassiques».—Bull. Soc. Géol. Franc., 2.^a ser., t. XXIV. París.
21. 1867. E. DE VERNEUIL: «Notice sur la structure géologique de l'Espagne».—Ann. Inst. Prov. Caen.
22. 1869. E. DE VERNEUIL et E. COLLOMB: «Explication sommaire de la carte géologique de l'Espagne et du Portugal».—París.
23. 1872. J. J. LANDERER: «Monografía paleontológica del piso áptico de Tortosa, Chert y Benifazá».—Madrid.
24. 1873. B. MUNDINA: «Historia, geografía y estadística de la provincia de Castellón».—Castellón.
25. — J. VILANOVA: «Restos de Iguanodon de Utrillas y Morella».—Act. Soc. Esp. Hist. Nat., t. II. Madrid.
26. 1874. J. J. LANDERER: «El piso Tenéncico o Urgo-áptico y su fauna».—Mem. Soc. Esp. Hist. Nat., t. III. Madrid.
27. 1875. J. SUÁREZ y J. VILANOVA: «Noticia de los Bufaderos de Valencia y el de Peñíscola, por el Sr. Botella».—Act. Soc. Esp. Hist. Nat., t. IV. Madrid.

28. 1875. J. VILANOVA: «Noticia de varios fósiles del Maestrazgo».—Act. Soc. Esp. Hist. Nat., t. IV. Madrid.
29. 1876. M. FERNÁNDEZ DE CASTRO: «Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. III. Madrid.
30. 1877. F. DE BOTELLA: «Apuntes paleogeográficos. España y sus antiguos mares».—Bol. Soc. Geogr., t. II. Madrid.
31. — J. J. LANDERER: «La región oriental de España en la época miocena».—Ilustr. Esp. y Amer. Madrid.
32. — J. ZARAGOZA: «Conferencia sobre Alcalá de Chisvert».—Bol. Soc. Geogr., t. II. Madrid.
33. 1878. J. J. LANDERER: «Ensayo de una descripción del piso Tenéncico».—Mem. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VII. Madrid.
34. — J. VILANOVA: «Noticia acerca de un pozo artesiano en Alcalá de Chisvert».—Act. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VII. Madrid.
35. 1879. J. MACPHERSON: «Breve noticia acerca de la especial estructura de la Península Ibérica».—An. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VIII. Madrid.
36. 1880. L. MALLADA: «Sinopsis de las especies fósiles encontradas en España».—Bol. Com. M. Geol. Esp., t. VII. Madrid.
37. 1883. DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA: «Derrotero general del Mediterráneo».—Madrid.
38. 1886. J. MACPHERSON: «Relación entre la forma de las costas de la Península Ibérica, sus principales líneas de fractura y el fondo de sus mares».—An. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XV. Madrid.
39. 1888. J. MACPHERSON: «Del carácter de las dislocaciones de la Península Ibérica».—An. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XVII. Madrid.
40. — J. MACPHERSON: «Relación entre la forma de las depresiones oceánicas y las dislocaciones geológicas».
41. 1890. F. QUIROGA: «Ofita micácea del cerro de San Julián en Segorbe».—Act. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XIX. Madrid.
42. 1891. L. MALLADA: «Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. XVIII. Madrid.
43. 1894. TH. FISCHER: «Versuch einer wissenschaftlichen Orographie der Iberischen Halbinsel».—Petterm. Geogr. Mitt., t. XL. Gotha.
44. — A. PENCK: «Die Pyrenäen Halbinsel Reisebilder».—Schr. d. Ver. zur. Verhreit. Naturwis. Kenntnisse., t. XXXIV. Viena.
45. — G. PUIG Y LARRAZ: «Cavernas y simas de España».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. XXI. Madrid.

46. 1895-911. L. MALLADA: «Explicación del Mapa geológico de España».—t. I a VII. Mem. Com. Mapa Geol. Esp. Madrid.
47. 1901. J. MACPHERSON: «Ensayo de historia evolutiva de la Península Ibérica».—An. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXX. Madrid.
48. 1902. E. CRU: «Fósiles de Navajas (Castellón)».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. II. Madrid.
49. — M. MIQUEL: «Nota sobre un equinodermo fósil del cretáceo de Morella».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. II. Madrid.
- 49 bis. 1902. J. FERNÁNDEZ MATEU: «La minería en Castellón».—Boletín Minero y Comercial. Madrid.
50. 1903. V. PAQUIER: «Les Rudistes urgoniens».—Mem. Soc. Géol. Franc., t. V. París.
51. 1904. A. TORNQUIST: «Die Trias auf Sardinien und die Keupertransgression in Europa».—Zeitschr. Deut. Geol. Ges. Prot., t. LVI. Berlín.
52. 1906. V. RIBA: «Villavieja de Nules y sus aguas termales».—Valencia.
53. 1909. L. FERNÁNDEZ NAVARRO: «Las costas de la Península Ibérica».—Asoc. Esp. Progr. Cienc. Congr. Zaragoza, t. IV. Madrid.
54. — E. MUGA: «Mapa-itinerario de las provincias de Castellón, Valencia y Alicante».—Valencia.
55. 1910. J. GONZÁLEZ: «Hallazgo de una lava en una localidad próxima a Vinaroz».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. X. Madrid.
56. — C. SARTHOU: «Una excursión a Peñagolosa».—Burriana.
57. 1911. R. DOUVILLÉ: «La Peninsule Iberique (Espagne)».—Handb. d. Reg. Geol., t. III. Heidelberg.
58. — P. TERMIER: «Les Problèmes de la Géologie tectonique de la Méditerranée occidentale».—Rev. Gen. Sci., t. VII. París.
59. 1912. J. DANTÍN CERECEDA: «Resumen fisiográfico de la Península Ibérica».—Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., núm. 9. Madrid.
60. 1913. A. WURM: «Beitrag zur Kenntnis der iberischenbalearischen Triasprovinz».—Heidelberg.
61. 1914. M. FAURA: «Informe sobre la cuenca petrolífera de Ribesalbes».—Barcelona.
62. — M. FAURA: «Informe sobre la cuenca petrolífera de Ribesalbes (Castellón), y, en particular, de las minas de disodilla que, en San Chils, explota la Compañía Española de Aceites de Esquisto, S. A.». Barcelona.
63. — C. SARTHOU: «Geografía general del Reino de Valencia. Provincia de Castellón».—Barcelona.

64. 1915. F. BELTRÁN: «Noticia de una excursión a la Tenencia de Benifaza, Fredes y Puertos de Beceite (Castellón y Tarragona)».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XV. Madrid.
65. 1915. L. PARDO: «Limonitas de Artana».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XV. Madrid.
66. — A. TORNQUIST: «Beiträge zur geologie des westlichen Mittelmeerländer».—Neu. Jahr. f. Min., t. XX.
67. 1916. L. FERNÁNDEZ NAVARRO: «Presentación de ejemplares de turba y baritina, de Castellón de la Plana».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XVI. Madrid.
68. 1917. L. ARCO: «Descubrimiento de pinturas rupestres».—Bol. Acad. Hist., t. LXXI. Madrid.
69. 1918. E. HERNÁNDEZ-PACHECO: «Estudios de arte prehistórico. Prospección de pinturas rupestres de Morella la Vella».—Junta Ampl. Est., Notas núm. 16. Madrid; y Rev. Acad. Cienc., 2.ª serie, t. XVI. Madrid.
70. — J. ROYO: «Sobre el descubrimiento en Morella (Castellón), de dientes y otros restos de Iguanodon».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XVIII. Madrid.
71. 1919. M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA: «Nota petrográfica sobre dos diabasas y una ofita de Segorbe».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XIX. Madrid.
72. 1920. F. BELTRÁN: «Wealdiense de Morella y Benageber».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XX. Madrid.
73. — J. DANTÍN CERECEDA: «Nomenclatura española de las formas del modelado submarino».—Asoc. Esp. Progreso Cienc., Congr. Bilbao, t. VI. Madrid.
74. — J. J. LANDERER: «Estudio geológico de la región comprendida entre Tortosa y Castellón».—Ibérica, n.º 353. Tortosa.
75. — J. ROYO: «Los yacimientos wealdicos del Maestrazgo».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XX. Madrid.
76. — M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA: «Nota petrográfica sobre algunas rocas eruptivas de Castellón y Valencia».—Mem. Acad. Cienc. Art., t. XVI. Barcelona.
77. 1921. J. CABRÉ: «Las pinturas rupestres de la Valltorta».—Memoria Soc. Esp. Antr. Etn. Prehist., t. III. Madrid.
78. — J. ROYO: «La facies continental en el Cretácico inferior ibérico».—Asoc. Esp. Progr. Cienc. Congr. Oporto, t. VI. Madrid.
79. 1922. E. HERNÁNDEZ-PACHECO: «Rasgos fundamentales de la constitución e historia geológica del solar ibérico».—Disc. Acad. Cienc. Madrid.
80. — J. MARTÍNEZ SORIANO: «Estudio geológico-industrial de los depósitos de turba del litoral de Valencia y Castellón».—Bol. Of. Min. Met., n.º 61. Madrid.

81. 1922. J. ROYO: «El mioceno continental ibérico y su fauna malacológica».—Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., ser. Pal., n.º 5. Madrid.
82. 1923. E. TORNO y J. DANTÍN: «Gufas regionales Calpe. Levante».—Madrid.
83. 1924. P. BOSCH: «Els problemes arqueològics de la província de Castellón».—Bol. Soc. Cast. Cult., t. V. Castellón.
84. — S. GILLET: «Les Lamellibranches néocomiens».—Mem. Soc. Géol. Franc., Nouv. sér., n.º 3. París.
85. 1925. G. ASTRE: «Une Comatule aptienne de la province de Castellon».—Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., t. XXV. Barcelona.
86. — A. BORN: «Schwerezustand und geologische Struktur der Iberischen Halbinsel».—Abh. Senekenb. Naturf. Ges., t. XXXIX. Franefort.
87. — L. GARCÍA ROS: «Estudios conducentes al descubrimiento de nuevos yacimientos de turba y lignito en las provincias de Valencia, Alicante y Castellón».—Bol. Of. Min. Met., n.º 102. Madrid.
88. — J. ROYO: «Sobre los restos de reptiles wealdicos de Benageber (Valencia) y algunos moluscos cuaternarios de Villavieja (Castellón)».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXV. Madrid.
89. 1926. P. FALLOT: «Au sujet de la tectonique des Balears et de la chaîne Iberique».—Comp. Rend. som. Soc. Géol. Franc. París.
90. — P. FALLOT et J. R. BATALLER: «Sur la tectonique de la bordure meridionale du bassin de l'Ebre et des montagnes du littoral mediterraneen entre Tortosa et Castellon».—Comp. Rend. Acad. Sci., t. CLXXXII. París.
91. — P. FALLOT et J. R. BATALLER: «Sur la tectonique des montagnes entre Montalban et le litoral de la province de Castellon».—Comp. Rend. Acad. Sci., t. CLXXXII. París.
92. — P. FALLOT et J. R. BATALLER: «Sur l'allure d'ensemble et sur l'age des plissements dans les montagnes du Bas-Aragón et du Maestrazgo».—Comp. Rend. Acad. Sci., t. CLXXXII. París.
93. — P. FALLOT et J. R. BATALLER: «Itinerario geológico a través del bajo Aragón y del Maestrazgo».—Mem. Acad. Cienc. Art., t. XX. Barcelona.
94. — J. ROYO: «Los vertebrados del cretácico español de facies wealdica».—Bol. Inst. G. Esp., t. XLVII. Madrid.
95. — P. H. SAMPELAYO y M. DE CINCÚNEGUI: «Cuenca de esquistos bituminosos de Ribesalbes (Castellón)».—Bol. Inst. Geol. Esp., t. XLVI. Madrid.

96. 1926. R. STAUB: «Gedanken zur Tektonik Spaniens».—Viert. d. Natur. Ges. Zurich.
97. 1927. O. JESSEN: «Die spanische Ost-Küste von Cartagena bis Castellón».—Arch. Auz.
98. — H. JOLY: «Études géologiques sur la chaîne celtiberique».—Comp. Rend. XIV Congr. Geol. Int. Madrid.
99. — J. ROYO: «Sur la facies wealdien d'Espagne».—Bull. Soc. Géol. Franc., 4.ª ser., t. XXVII. París.
100. — R. STAUB: «Ideas sobre la tectónica de España».—Córdoba.
101. — H. STILLE: «Über westmediterrane Gebirgszusammenhänge».—Abh. Ges. Wiss. Gött. Math.-Phys. Kl., t. VII. Berlín.
102. 1928. J. ROMERO ORTIZ: «Los minerales complejos de plomo y zinc, en España».—B. O. Min. Met., n.º 130-33. Madrid.
103. — J. ROYO: «Les vertebrés du facies wealdien espagnol».—Comp. Rend. XIV Congr. Geol. Int. Madrid.
104. — J. TRICALINOS: «Untersuchungen über den Bau der Keltiberischen Ketten des nordöstlichen Spaniens».—Zeit. deut. Geol. Ges., t. LXXX. Berlín.
105. 1929. F. LOTZE: «Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirger (Spanien)».—Abh. Ges. Wiss. Gött. Math. Phys. Kl., t. XIV. Berlín.
106. 1930. J. R. BATALLER: «Els comatulids fòssils iberics».—Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., t. XXX. Barcelona.
107. — C. HAHNE: «Stratigraphische und tektonische Untersuchungen in den provinzen Teruel, Castellón und Tarragona (Spanien)».—Zeitschr. d. Deut. Geol. Ges., t. LXXXII. Berlín.
108. — C. HAHNE: «Erläuterungen zu tektonischen Übersichtskarte von Teilen der provinzen Tarragona, Teruel, Castellón und Cuenca».—Abh. d. Gess. Wiss. Gött. Berlín.
109. — C. HAHNE: «Das keltiberische Gebirgsland östlich der linie Cuenca-Teruel-Alfambra».—Abh. d. Ges. Wiss. Gött., t. XVI. Berlín.
110. — C. HAHNE: «Das Kustengebiet un Sagunto, Algimia de Alfara, Vall de Uxó unc. Chilches».—Abh. d. Gess. Wiss. Gött., t. XVI. Berlín.
111. — V. SOS: «Sobre un nivel inferior al triásico de Benicasim».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXX. Madrid.
112. — V. SOS: «El Eoceno continental de Vallibona».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXX. Madrid.
113. — V. SOS: «Sobre geología de Peñagolosa».—Bol. Soc. Cast. Cult., t. XI. Castellón.
114. 1931. P. FALLOT et J. R. BATALLER: «Observations au sujet de

- divers travaux récents sur le bas Aragon et la chaîne Iberique».—Barcelona.
115. 1931. H. STILLE: «Die keltiberische Scheitelung».—Geol. u. Miner. n.º 10. Berlín.
116. 1932. E. CUETO: «La tectónica de la Península Ibérica».—Congr. Agrup. Ing. Min. Nor. Esp. Oviedo.
117. — E. CUETO: «Algunas consideraciones sobre la tectónica de la Península Ibérica».—Res. Cient. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VII. Madrid.
118. — E. HERNÁNDEZ-PACHECO: «Las costas de la península hispánica y sus movimientos».—Asoc. Esp. Progr. Cienc., Congr. Lisboa, t. V. Madrid.
119. — E. HERNÁNDEZ-PACHECO: «Síntesis fisiográfica y geológica de España».—Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., ser. geol., n.º 38. Madrid.
120. 1933. A. DE ALVARADO: «Macizo del Maestrazgo (zona Este): Algunas notas referentes a su estratigrafía y tectónica».—Bol. Inst. Geol. Min. Esp., t. LIII. Madrid.
121. — G. RICHTER: «Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten. Die Schwelle von Castellón».—Abh. d. Gese. Wiss. Gött. Berlín.
122. 1934. M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA: «Las fases orogénicas de Stille en las formaciones geológicas de España».—Asoc. Esp. Progr. Cienc., t. I, n.º 3. Madrid.
123. 1935. E. RUBIO y J. MESEGUER: «Explicación del nuevo Mapa geológico de España en escala 1:1.000.000. Rocas hipogénicas».—Mem. Inst. Geol. Min. Esp. Madrid.
124. — V. SOS: «Datos geológicos sobre Castellón».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXXV. Madrid.
125. — V. SOS: «Existencia del cenomanense en las proximidades de Castellón».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXXV. Madrid.
126. 1936. M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA: «Estudio de las rocas eruptivas de España».—Mem. Acad. Cienc., ser. Cienc. Nat., t. VI. Madrid.
127. 1937. M. SCHMIDT: «Probleme in der Westmediterranen Kontinentaltrias un Versuche zu ihrer Lösung».—Geol. Med. Occ., t. IV, n.º 3. Barcelona.
128. — E. DUPUY DE LÔME: «Las investigaciones de petróleo en España».—Bol. Inst. Geol. Min. Esp., t. XLIV. Madrid.
129. 1938. F. MACHATSCHKE: «Das Relief der Erde. Die Iberische Halbinsel».—Berlín.
130. 1943. A. ALMELA y J. GARRIDO: «Nota sobre el infracretáceo de los alrededores de Morella».—Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 11. Madrid.
131. — J. R. BATALLER: «Los estudios paleontológicos sobre el

- cretácico español».—Mem. Acad. Cienc. Art., 3.ª época, t. XXVI. Barcelona.
132. 1943. C. HAHNE: «La cadena celtibérica al Este de la línea Cuenca-Teruel-Alfambra».—Madrid.
133. — C. HAHNE: «Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona».—Madrid.
134. 1944. J. G. SIÑERIZ: «La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección».—Mem. Inst. Geol. Min. Esp., t. III. Madrid.
135. 1945. J. R. BATALLER: «Bibliografía del cretácico de España».—Inst. Invest. Geol. Lucas Mallada. Est. Geol. n.º 1. Madrid.
136. — J. CANTOS: «Investigación hidrológica por el método sísmico de prospección en Castellón».—Rev. Geof., n.º 13. Madrid.
137. 1946. J. G. SIÑERIZ: «Investigación hidrológica en Castellón de la Plana, por el método eléctrico de corriente continua. Zona de Borriol».—Rev. Geof., n.º 18. Madrid.

II

HISTORIA

No obstante la escasez de yacimientos metalíferos, que reduce la importancia minera de la provincia de Castellón, el interés de su geología ha despertado, desde tiempos antiguos, la atención de bastantes investigadores que la han hecho objeto de buen número de estudios parciales. Tales publicaciones, en unión de las obras generales sobre geología peninsular con referencias a Castellón de la Plana, componen una bibliografía de cierta extensión.

Los primeros trabajos (*) se remontan a las postrimerías del siglo XVIII, en que el insigne naturalista A. J. Cavanilles (1), en su notable obra, una de las más antiguas acerca del reino de Valencia, donde se muestra historiador, filósofo y naturalista, apuntó observaciones que hicieron conocer el territorio castellonense mejor que el de otras provincias españolas.

Por la misma época, V. I. Franco (2), expuso otras indicaciones de la misma índole, y entrada la centuria siguiente, A. Laborde (3), dió una breve noticia, en francés, sobre la configuración del suelo, que fué traducida e impresa en Valencia ocho años más tarde.

Algo posterior es el magno diccionario de P. Madoz (5) que, sean cuales fueren sus defectos, contiene multitud de datos útiles acerca de toda España y cada una de sus provincias y poblaciones.

Al mediar el siglo, J. Madrid Dávila emitió un informe sobre el estado de la minería en la provincia de Castellón el año 1849; el ingeniero J. Ezquerro del Bayo (6), bosquejó la estratigrafía de la misma

(*) A continuación del nombre de los autores que se citan, figura, entre paréntesis, el número de orden de las respectivas publicaciones incluidas en la bibliografía del Capítulo I.

y el notable geólogo francés E. de Verneuil (7, 8, 21), dió algunas noticias sobre el mapa geológico y el cretáceo, además de proporcionar, con la colaboración de su compatriota E. Collomb (9, 13, 14, 22), importantes referencias sobre la constitución de la región de Levante, y un cuadro de conjunto con la estratigrafía y tectónica del Norte y Centro de España. Estos autores no llegaron a ocultar sus dudas acerca de la edad de algunas formaciones de Castellón, como las hileras infracretáceas existentes entre Peñagolosa y Lucena del Cid.

Sin omitir el trabajo del alemán H. M. Willkomm (10), dado a conocer en nuestro país por el ingeniero A. Álvarez de Linera, en el cual aparecen diferentes observaciones de interés, hay que hacer especial mención del insigne ingeniero F. de Botella (11, 12, 30), a quien se debe una descripción geológica del reino de Valencia; otra de las minas, canteras y fábricas de fundición del Distrito; y un mapa del reino, único de conjunto hasta la fecha de la publicación.

Otro renombrado ingeniero, G. Schulz (15), en la Memoria de la Comisión encargada de formar el Mapa geológico de la provincia de Madrid y el general del Reino, impresa en 1858, insertó dos noticias relativas a la provincia que nos ocupa.

A uno de nuestros más significados naturalistas, J. Vilanova (16, 25, 27, 28, 34), se deben también muchas observaciones y una memoria de conjunto sobre la provincia castellanense. En esta última, aborda, particularmente, el estudio del cretáceo, siquiera no determine los tramos del aptense ni intente la separación de las faunas, y con loable probidad expresa que, aunque con alguna enmienda, ha copiado el mapa geológico publicado por F. de Botella en la ojeada sobre la geología del reino de Valencia.

Tras la memoria de Vilanova, el paleontólogo francés H. Coquand (19), dió a la estampa una monografía sobre el piso aptense de España, y, posteriormente, una nota sobre la existencia en Castellón de los tramos coralinos, kimeridgense y portlandés.

Clásicos son los estudios llevados a cabo en la región del Maestrazgo por el ilustre J. J. Landerer (23, 26, 31, 33, 74), que creó el nombre de piso tenéico, fundado en las particularidades de algunas especies correspondientes a la abundante fauna urgo-aptense. En tales trabajos, las observaciones relativas a la tectónica son extremadamente sucintas, como es de presumir, dada la época en que se realizaron, pero en cambio, las determinaciones paleontológicas resultan amplísimas y de singular valor, sin que quepa aminorar el interés de las conclusiones respecto a la asociación y evolución de las faunas. Relativamente a la estratigrafía, señaló al principio dos tramos en el urgo-aptense: calizas compactas de base y arenas ligníferas superiores, con espesor total de 450 metros; pero más tarde, expresó que el piso tenéico, considerado en general, ofrece cuatro horizontes. Con referencia al norte de la provincia, advierte que los buzamientos de los estratos poseen tendencia a ajustarse e

las direcciones NE. y NNE., y que las complicadas dislocaciones que presentan, imprimen a la orografía del país un sello de grandiosidad difícil de describir.

Al constituirse, el año 1873, la Comisión del Mapa Geológico de España, recibieron gran impulso en nuestra patria las investigaciones geológicas, y el director de aquella y destacado ingeniero M. Fernández de Castro (29), resumió los estudios hasta entonces llevados a cabo.

Son de mencionar, igualmente, los importantes trabajos de J. Macpherson (35, 38, 39, 40, 47), que establecieron los cimientos de la tectónica española, y fueron aceptados y resumidos por E. Suess en la famosa síntesis «Das Antlitz der Erde».

Asimismo hay que citar la dilatada labor del eminente ingeniero L. Mallada (36, 42, 46), cuyos magnos resúmenes de la estratigrafía y paleontología españolas, fruto de una perseverancia y talento verdaderamente admirables, sintetizan los conocimientos sobre la geología castellanense hasta la aparición de tales publicaciones.

Señalemos, igualmente, el estudio petrográfico de F. Quiroga (41) y los paleontológicos de E. Cru (48), M. Miquel (49), y V. Paquier (50), que dieron a conocer diferentes fósiles de esta provincia.

A los trabajos anteriores deben agregarse los de R. Douvillé (57), con un conciso resumen de la geología regional, y los de T. Fischer (43), A. Penk (44) y J. Dantón Cereceda (59, 73), sobre el conjunto peninsular, pero que encierran observaciones de interés sobre la fisiografía de Castellón.

Los alemanes A. Tornquist (51, 66), y A. Wurm (60), se han ocupado del triásico y de la constitución del Mediterráneo occidental, y el francés P. Termier (58) ha abordado también los problemas tectónicos de la propia zona.

Lo mismo que L. Arco (68) y J. Cabré (77), el catedrático E. Hernández-Pacheco (69, 79, 118, 119), ha estudiado algunas pinturas rupestres de la provincia y, además, alude a su geología al ocuparse de toda la Península.

El docto profesor M. San Miguel de la Cámara (71, 76, 122, 126), ha realizado diversas investigaciones acerca de las rocas eruptivas castellanenses; F. Beltrán (72), se ha ocupado del wealdense de Morella; V. Sos (124, 125), del cenomanense de la capital, y el naturalista J. Royo (70, 75, 78, 81, 88, 94, 99, 103), describió la mancha terciaria Cuevas de Vinromá-Alcalá de Chisvert, en la que señala un potente conglomerado (que supone paleogeno) y otros tres horizontes fosilíferos de edad miocena. Además, atribuye al wealdense una facies continental de arenas, areniscas, arcillas y margas de tonos vivos, que se encuentra en el fondo del Bergantés, al SO. de Morella. Sin embargo, P. Fallot y J. R. Bataller (89, 90, 91, 92, 93, 106, 114, 131, 134), han expresado la imposibilidad de adoptar para dicha formación la denominación de wealdense *stricto sensu* ya que se halla intercala-

da en estratos claramente aptenses, de modo que se trata, en definitiva, de una facies terrígena de este último piso.

Los notables geólogos últimamente citados, han realizado bastantes estudios locales en múltiples parajes del Maestrazgo, e indican no haber encontrado en el cretáceo inferior más que los niveles urgonienses que admiten episodios continentales representados por areniscas rojas y margas violadas, o bien, en otros lugares, por arenas y areniscas de tonalidades diversas. A su juicio, los niveles fosilíferos corresponden a facies poco profundas, y sólo excepcionalmente aparecen los *Ammonites*, así que son imposibles los cortes estratigráficos precisos dada la naturaleza de las faunas. Con respecto a la tectónica admiten dos fases de plegamiento y explican el carácter desordenado de las líneas directrices a causa de la simultaneidad de los esfuerzos. La segunda fase corresponde a empujes tardíos de igual dirección que los primeros, es decir, generadores de las cordilleras dirigidas al OSO., que han llegado a plegar el pontiense.

Desde el punto de vista industrial, los ingenieros J. Martínez Soriano (80) y L. García Ros (87), han realizado estudios de los yacimientos de turba y lignito de la provincia. P. H. Sampelayo y M. de Cincúnegui (95), como el profesor M. Faura (61, 62), han investigado la cuenca de esquistos bituminosos de Ribesalbes, y J. Romero Ortiz (102), se ha ocupado de algunos de los minerales de plomo y zinc.

Distintos geólogos alemanes vienen ocupándose, desde hace años, con interés creciente, de los problemas de la geología española, y así, A. Born (86), R. Staub (96, 100), han abordado el estudio de la tectónica peninsular con alusiones a la comarca que consideramos, y O. Jessen (97), H. Joly (98), H. Stille (101, 115), J. Tricalinos (104), F. Lotze (105), G. Richter (121), se han ocupado de la estructura de la cordillera Ibérica. Todavía sobresalen las modernas monografías de C. Hahne (107, 108, 109, 110, 132, 133), que contienen atinadas observaciones tectónicas y estratigráficas.

Al considerar este último la zona de Morella, incluye en el wealdense, no obstante lo afirmado por P. Fallot y J. R. Bataller, el tramo continental de las margas rojas, e insiste en que, en general, sirve de apoyo al urgo-aptensé, en el cual señala hasta diez horizontes, aunque sin generalizar ninguna división en tramos.

Las conclusiones de C. Hahne han sido después rectificadas por los propios P. Fallot y J. R. Bataller, quienes, aun admitiendo la existencia del wealdense, separan del mismo las facies continentales que claramente aparecen señaladas en el aptense.

En su interesante estudio sobre la zona oriental del Maestrazgo, el ingeniero A. de Alvarado (120), confirma el anterior punto de vista, señalando diversas manchas lacustres intercaladas en el urgo-aptense; y combate la extensión que C. Hahne asigna al neogeno, el cual, en algunos puntos, es aptense, representado por tres tramos: caliza de

Toucasia en la base; complejo de areniscas y margas con *Heteraster* y *Terebratula sella*, y calizas de *Natica*. La tectónica regional se caracteriza por giros bruscos de los ejes en lugares próximos, que demuestran, indudablemente, la intensidad de los empujes que originaron la cordillera Ibérica y la cadena costera catalana.

Asimismo el ingeniero A. Almela que, en unión de J. Garrido (130), ha recorrido los alrededores de Morella para aclarar las divergencias apuntadas, coincide con el parecer de A. de Alvarado, P. Fallot y J. R. Bataller, e indica que las conclusiones de C. Hahne no pueden extenderse a la zona de Morella. El nivel de facies continental es discontinuo, de potencia variable y, a veces, se repite en la serie estratigráfica.

Últimamente, los ingenieros J. G. Siñeriz y J. Cantos, con la colaboración del auxiliar facultativo J. B. Targhetta, han realizado una importante investigación geofísica en las zonas de Alcora, Villafamés y Borriol, encaminada al descubrimiento de aguas subterráneas para abastecer la capital de la provincia. Estos trabajos, que han proporcionado indicaciones geológicas de interés, servirán de base para la localización de los conductos naturales de las aguas que, procedentes del Maestrazgo, se dirigen hacia el mar.

III

GEOGRAFÍA FÍSICA

La superficie que comprende la Hoja de Villafamés, núm. 616, está situada entre los 40°10' y 40°00' de latitud Norte, y los 3°30' y 3°50' de longitud Este, con relación al meridiano de Madrid.

El territorio corresponde a la zona centrooriental de la provincia de Castellón de la Plana, y se halla junto al litoral, al norte de la llanura de La Plana y al pie de los derrames orientales de la Meseta castellana, que descienden en gradería hasta el Mediterráneo.

El aspecto general de la comarca es de gran aspereza, como accidentada por diferentes estribos de montañas dependientes del sistema Ibérico, que se confunden unas con otras y se acercan al mar en las costas de Oropesa, donde reproducen los acantilados de Cataluña.

El cabo de Oropesa, tan cercano a la Hoja que casi forma parte de la misma, ofrece tres salientes y dos pequeñas ensenadas. La punta septentrional es el Morro del Gos; la central constituye un promontorio en el que principia el golfo de Valencia, y la meridional, a diferencia de las otras dos, es baja y arenosa. Un pedazo de costa, peñascoso y oscuro, ofrece después algunos accidentes, como La Dona, Las Coronas y las Rocas del Chivero (C-5), y luego forma el Mediterráneo la Olla de Benicasim, único abrigo para los navegantes entre los Alfaques y Valencia, constituido por un arco que se apoya en la punta Colomera y, al mediodía, en la de Alzamora. A continuación, y sin accidentes dignos de mención, sigue una mansa playa hasta la zona pantanosa de El Cuadro (D-4), que suele inundarse con las aguas pluviales e incluso las resacas del mar.

Si se prescinde de la zona correspondiente a La Plana, situada al sur de la carretera de Castellón a Benicasim, el suelo de la comarca es bastante montuoso. En el ángulo NO. se encuentra un conjunto

de cerros en derredor del pueblo de Useras (A - 1), cuya altitud culmina al oeste del mismo con la cota de 607 m. Más al mediodía, prosiguen las ásperas elevaciones hasta el curso del río Alcora, y se alcanzan los 682 m. en El Cabezo, al NNO. de Costur (A - 1), que domina una serie de relieves desnudos de tierra y casi de vegetación, limitados a levante por la rambla de la Viuda (B - 1). En la otra margen de este aparato acuífero, y paralelamente a él, se manifiestan otras prominencias como los Altos del Conde (370 m.), Mas Baix (408 m.), La Molinera (416 m.), Tosal Nauqués (432 m.) y Tosal Gros (341 m.).

Al sur de Villafamés también se alza una serie de accidentes alineados de SO. a NE., como el Tosal Blanco (563 m.), Monte de Mollet (705 m.), La Peña (726 m.) y La Sierra (563 m.), y al continuar en el mismo rumbo aparece el monte Gairón, al SO. de Cabanes (C - 1), con 481 metros de altitud.

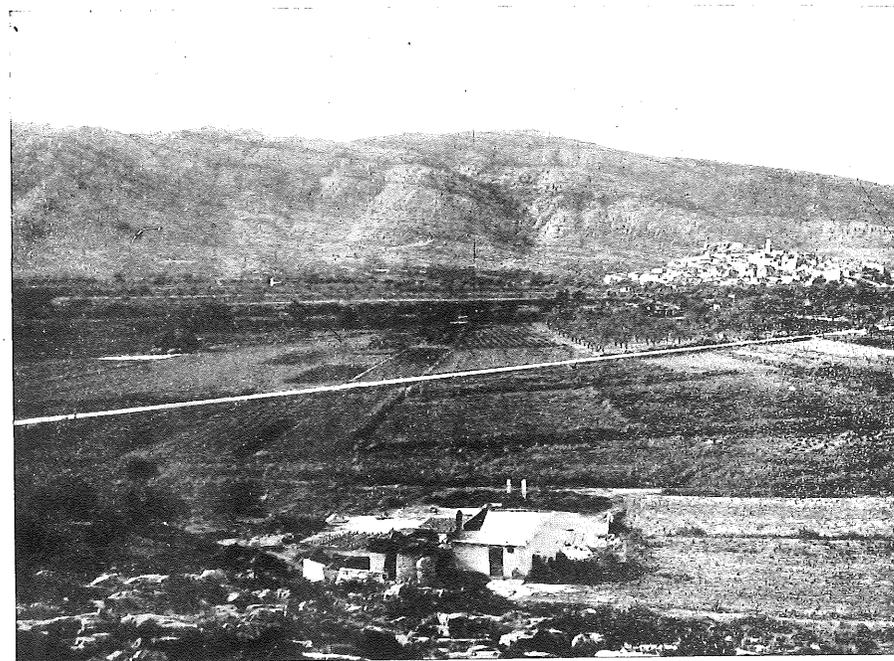
Paralelamente a la última alineación, se desarrolla, entre Borriol y Puebla Tornesa, la llamada Sierra de Borriol, con accidentes cual la Montaña Negra (326 m.), el Moliné, al SE. del pueblo (D - 2), Tosal Roig (C - 3), Cueva (B - 3) y Marmudella (B - 4), que cuentan, respectivamente, con 236, 465, 454 y 541 m. de cota, y en la misma dirección aparecen más tarde la Ferradura (501 m.), el Mortorum (241 m.), la Serra Navives (241 m.), y otros cerros en el ángulo NE. del territorio.

Entre Borriol y Benicasim existe, asimismo, un conjunto de relieves, acentuados en el Rincón de Coma (354 m.), Raca (459 m.), Parreta Alta (382 m.) y Rufa (444 m.), en la que aun subsisten las ruinas del antiguo castillo de Montornés, acerca del cual conserva el vulgo tradiciones fabulosas. Todo este sector corresponde al Desierto de las Palmas, que toma nombre de la vegetación silvestre y en el cual no hay que buscar llanuras sino elevados picos y peñascos cortados por angostos y profundos barrancos. El punto culminante es la Cruz del P. Bartolo, donde se ha situado el vértice Desierto, a 729 m. de altitud (B - 4), y desde el cual se descubre hermoso y dilatado horizonte.

Continúan las elevaciones al NE. por la Sierra de los Santos (B-4), que posee cota máxima de 655 metros, mientras por el SE. se alcanzan las Agujas de Santa Águeda (537 m.), así denominadas por las delgadas pirámides que ofrece la cumbre vista desde lejos (C - 4).

Al ENE. de las citadas eminencias, se desarrollan los montes del Señor o Sierra de Oropesa (B - 5), cuyo punto más elevado sustenta el vértice Sierra, a la altitud de 418 metros, y en la que destacan, además, El Ronchal (328 m.), El Negro (362 m.), frente a las ruinas de la fortaleza de Miravet y, finalmente, El Puntal (404 m.), al NO. del pueblo de Oropesa.

La reseñada disposición del relieve, decide inmediatamente la constitución de la red hidrográfica comarcal, formada por las ramblas o barrancos de carácter torrencial que descienden por entre las



Oropesa, y al fondo la sierra de este nombre.

quebradas de los cerros. La principal es la rambla de la Viuda, que procede de la provincia de Teruel, donde lleva el nombre de río Monleón, penetra en la Hoja por el borde septentrional, a kilómetro y medio al oeste de La Barona (A - 2), y con un curso bastante sinuoso se encamina al Sur, hasta el pantano de María Cristina (D - 1), que embalsa las aguas, y prosigue con el mismo rumbo para salir del territorio por el límite meridional, cerca de la esquina SO.

Esta rambla de la Viuda, de cauce profundo, suele hallarse seca, pero en época de lluvias llega a adquirir un aspecto imponente por la multitud de aguas que acumula. Dentro de la Hoja recibe, por la derecha, el barranco de les Olles, que baja de Las Useras (A - 1), y el denominado río Alcora (C - 1), y por la izquierda todos los aportes de las vertientes de Cabanes, Puebla Tornesa y Villafamés.

Otro curso de agua es el río Seco o Borriol, que principia al mediodía de Puebla Tornesa y se encamina al SO. hacia el pueblo de Borriol, pasado el cual cambia de rumbo para dirigirse al Sur y abandonar la Hoja en el paraje Pla del Moro (D - 2), junto al límite meridional, volviendo a entrar, a poco, en ella para terminar, por anulación de su cauce, en la planicie, en el paraje La Bruneta. Sólo recibe algunos barrancos de escasa importancia.

En la falda norte de la Sierra de los Santos (B - 4), tiene su nacimiento el río Chinchilla, que no es más que un barranco que discurre hacia el Este, y bordea la sierra de Oropesa, para desaguar en el mar, más abajo de la Punta de la Peste, fuera de la Hoja.

También marcha directamente al Mediterráneo el barranco de la Rampuda, que desemboca junto a Oropesa; el de Cantalobos, que lo hace en el extremo NE. de la playa de Benicasim, y el de Farches, al sur de este pueblo, todos ellos secos.

Finalmente, más al SO., existen otros barrancos, igualmente sin agua, que pierden su cauce en la llanura de la Plana.

Las lluvias se deben, casi siempre, a los vientos del Sur y del SE., durante los meses de noviembre, febrero y abril, pero en el verano suelen producirse violentas lluvias de tempestad, que originan fuertes crecidas en las ramblas y barrancos. Para poder formar idea de la importancia de las precipitaciones atmosféricas, a continuación se insertan las observaciones realizadas en el Desierto de las Palmas y Benicasim, durante el último decenio publicado por el Servicio Meteorológico:

DESIERTO DE LAS PALMAS

Años	Días de lluvia	Lluvia total — Mm.	Lluvia máxima en un día — Mm.
1924	35	516,2	114,4
1925	»	»	»
1926	46	541,6	73,5
1927	51	588,3	120,0
1928	37	581,5	80,0
1929	40	715,4	82,0
1930	39	434,0	81,0
1931	»	»	»
1932	67	900,8	74,1
1933	49	833,8	114,3
Década	46	638,9	120,0

BENICASIM

Años	Días de lluvia	Lluvia total — Mm.	Lluvia máxima en un día — Mm.
1924	26	438,1	94,4
1925	23	735,0	189,0
1926	25	322,2	61,3
1927	21	284,5	57,7
1928	18	240,8	63,7
1929	19	392,0	66,0
1930	15	157,0	42,2
1931	»	»	»
1932	»	»	»
1933	»	»	»
Década	21	367,1	189,0

La cuantía y régimen de las lluvias dan la nota principal del clima, que es fresco, si bien en verano se dejan sentir los rigores del sol, algo moderados por la suave brisa del mar. El cielo permanece limpio y sereno; la temperatura máxima es de 39°, la mínima de 1° y casi siempre la media de 17°.

No existen observaciones termométricas en el territorio de la Hoja, pero a continuación se incluyen las efectuadas en la capital de la provincia, bastante próxima, correspondientes a los últimos diez años publicados por el Servicio Meteorológico:

CASTELLÓN DE LA PLANA

TERMÓMETRO A LA SOMBRA

Temperaturas

Años	Máxima	Mínima	Media mensual	Oscilación extrema
1924	32,8	1,4	17,2	31,4
1925	32,2	— 0,3	16,6	32,6
1926	»	»	»	»
1927	35,0	»	»	»
1928	38,0	1,6	17,6	36,4
1929	34,0	0,4	16,9	33,6
1930	37,0	— 0,3	17,3	37,3
1931	37,2	— 1,0	17,3	38,2
1932	32,4	— 0,2	16,5	32,6
1933	39,2	— 0,4	17,1	39,6
Década	39,2	— 1,0	17,1	40,2

Lo mismo que por el clima, respecto a la vegetación, el país representa un tránsito entre la región suroriental de la Península y la depresión del Ebro.

Subordinada a la modalidad de la agricultura, casi única fuente de riqueza del país, se halla la población, que se reparte en buen número de masías o casas de labranza y se agrupa, además, en diferentes núcleos. El censo y situación en la Hoja de los distintos centros habitados, son los siguientes:

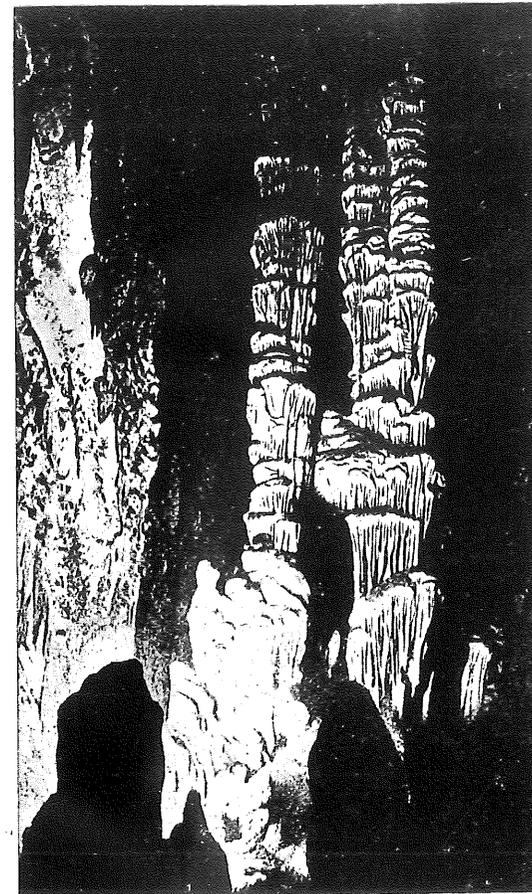
Pueblos	Situación	Habitantes
Useras	A - 1	2.408
La Barona	A - 2	237
Cabanes	A - 4	3.444
Costur	B - 1	790
Villafamés	B - 2	3.652
Puebla Tornesa	B - 3	770
Oropesa	B - 5	1.053
San Juan de Moró	C - 1	928
Benicasim	C - 4	1.856
Borriol	C - 2	2.654

Cuenta esta comarca con diferentes vías de comunicación. La principal es el ferrocarril de Valencia a Tarragona, cuyo trazado, muy próximo a la costa, pasa por Benicasim y Oropesa, y también

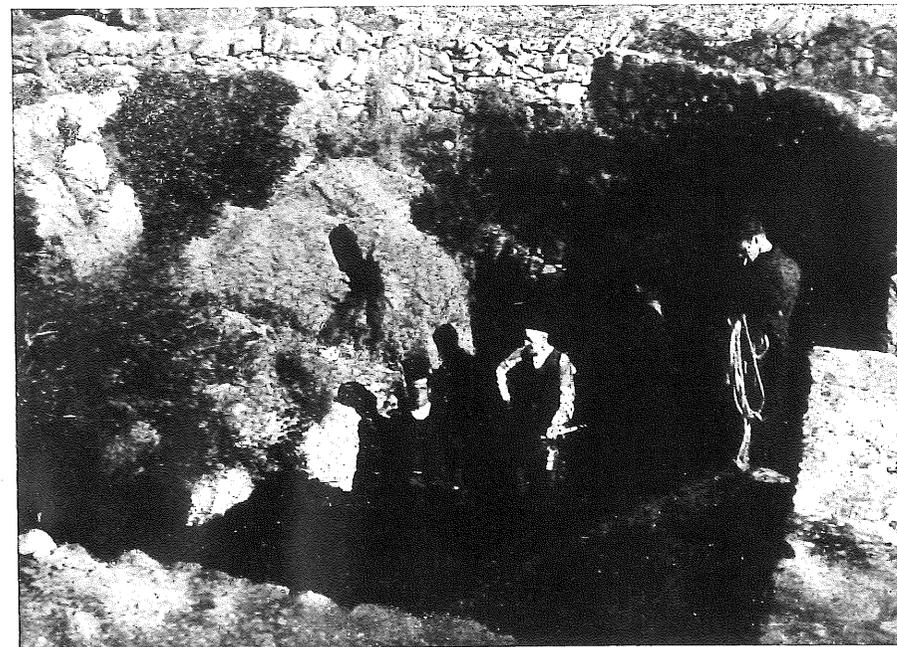
existe una línea de La Pedrera al puerto de El Grao de Castellón, para el transporte a éste de los materiales de aquella cantera.

Se halla, además, cruzado el territorio por las carreteras de Castellón a Tarragona, por Benicasim y Oropesa; Castellón a Zaragoza, por Borriol, Puebla Tornesa y Cabanes; Puebla Tornesa a Albocácer, por Villafamés; La Foya a Adzameta; Castellón a Puebla de Valverde, y la que enlaza a esta última con Villafamés.

Asimismo existen los caminos vecinales de Castellón a Ribesalbes; Cabanes a la carretera de Castellón a Tarragona; la pista de Puebla Tornesa a Vall d'Alba y otros caminos carreteros y veredas que unen, entre sí, a los diferentes pueblos.



Interior de la cueva de las Maravillas, situada cerca de la presa del pantano de la Viuda.



Cueva de las Maravillas, cerca del pantano de la Viuda, en calizas infiacretáceas.

IV

ESTRATIGRAFÍA

En el territorio que nos ocupa, hacen aparición diferentes términos de la serie estratigráfica. El de mayor extensión superficial es el cretáceo, al cual sigue en importancia el pleistoceno, que ocupa las llanuras; vienen después el triásico, que determina diversos isleos, y el oligoceno, situado al pie de los macizos infracretáceos, y finalmente se encuentra el paleozoico, representado, acaso, por el carbonífero.

Consideraremos las distintas formaciones con arreglo al orden de edad.

CARBONÍFERO

Sirve de apoyo este sistema a las formaciones posteriores, y se manifiesta en la parte central de la comarca, en tres manchones principales que, aunque aislados en la superficie, deben unirse en profundidad, constituyendo el substrato regional. La mancha más occidental se halla a unos dos kilómetros al SO. de Villafamés, donde queda cruzada por la carretera de este pueblo a San Juan de Moró (B-2), a lo largo de la cual aun aparecen otros dos pequeños asomos; la central, o de las cercanías de Puebla Tornesa, tiene forma alargada de SO. a NE. y bordea la carretera de Castellón de la Plana a Zaragoza (B-3); por último, la más oriental aparece al NO. de Benicasim, entre la Sierra de Los Santos y las Agujas de Santa Águeda (C-4).

Los principales componentes de los aludidos isleos son pizarras arcillosas y tegulares, grauvacas y areniscas, con grandes variaciones de los diversos materiales, de modo que se encuentran arcillas terrosas, areniscas en láminas delgadas e incluso arenas, todo ello muy trastornado y con entrecruzamientos, no muy abundantes, de vetillas de cuarzo.

En los niveles inferiores dominan las grauvacas, que suelen ser compactas, de grano fino, con matiz amarillento o rosado oscuro y muy cuarzosas.

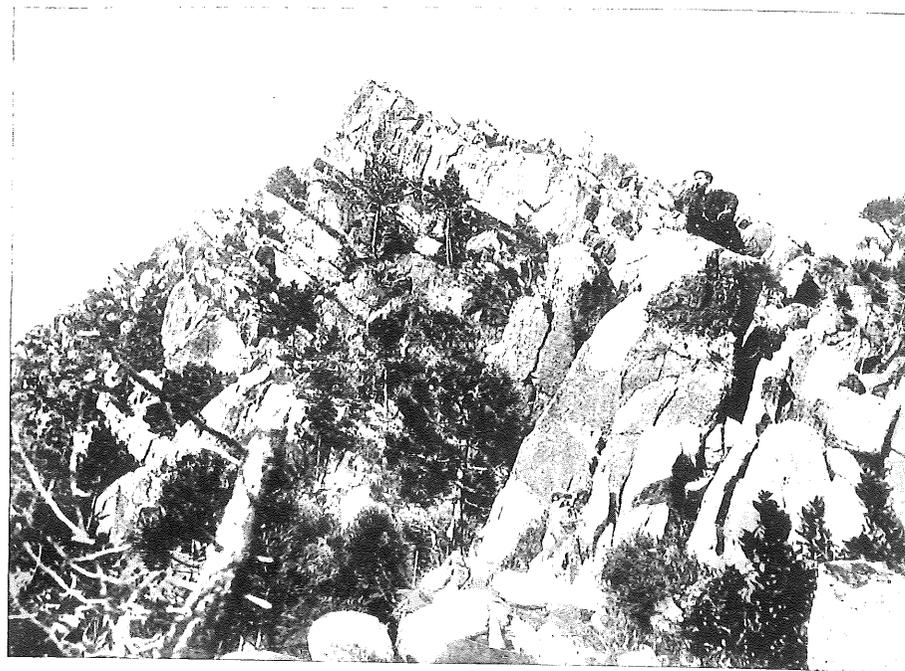
Los horizontes más altos se integran, en cambio, de pizarras arcillosas blandas, de color verdoso o gris claro, a más de otras tegulares oscuras, en láminas de espesor variable, que alternan con bancos de arenisca compacta y basta de 0,50 metros de potencia media, aunque a veces es algo mayor. En algunos sitios las pizarras son carbonosas.

A consecuencia de esfuerzos orogénicos bastante acentuados, los estratos ofrecen frecuentes cambios de dirección, inclinación y buzamiento, pero de un modo general puede asignárseles una orientación de NE. a SO., siquiera no falten lugares, como al NO. de Benicasim, en que las capas se dirigen casi de Norte a Sur y se aproximan a la verticalidad con tendido al Este.

No es problema sencillo la cronologación de estos sedimentos, aunque resulta indudable su anterioridad al triás. Los fósiles encontrados en algunos lugares se reducen a ciertas huellas de hojas vegetales, que no bastan para una atribución categórica; es así necesario acudir a los caracteres litológicos, y éstos han inducido al Sr. Marín y Bertrán de Lis, que ha hecho observaciones sobre el terreno, a pensar que pudiera tratarse del carbonífero de Tarragona.

TRIÁSICO

Descansa directamente sobre el paleozoico y determina, como él, diferentes manchas, de las cuales la más importante corresponde a la zona del Desierto de las Palmas y sus alrededores, incluidas las eminencias de Fonollosa y Rufá (C-4), que se prolonga por las Agujas de Santa Águeda, al norte de Benicasim; otro isleo de orientación paralela, pero menos extenso, ocupa el monte Mollet (B, C-2) y sigue la arista orográfica que se encamina al pueblo de Villafamés, edificado sobre el triás; por fin, aparecen otros pequeños asomos en las



Cumbre más elevada de las Agujas de Santa Águeda. Areniscas triásicas.



Castillo de Villafamés, sobre areniscas triásicas.



Contacto discordante del triás (izquierda) con el infracretáceo (derecha), en la ladera sur del cerro Molina, al sur de Borriol.

cercanías de Borriol, Puebla Tornesa y masía de Narciso, el último de los cuales atraviesa el macizo infracretáceo del centro de la comarca (C-2).

Encuéntrense en las manchas referidas los tres pisos de la serie, en pequeñísima proporción el medio y superior, y dominando el inferior o de la arenisca roja (que en el país denominan *rodano*), el cual imprime un carácter particular a la orografía de la zona por la facilidad de disgregación y la inclinación de los estratos, que originan accidentes elevados, de forma angulosa, con ásperas laderas y cimas entrecortadas, cual las Agujas de Santa Águeda, cuyo nombre se debe a las delgadas pirámides que, desde lejos, ofrece la cúspide.

Forma la base del triásico un conglomerado cuarzoso de cantos rodados bastante gruesos, y a él sigue, en algunos lugares, una arenisca compacta y entrecruzada, que se interrumpe en ocasiones por una faja de cantos pequeños muy dispersos. Aparece el conglomerado en las cercanías de la masía de la Comba, próxima a las Agujas de Santa Águeda, donde buza hacia el Este con inclinación de 30°; en el barranco del Carrascal y en el Desierto de las Palmas, frente a la fuente Pollosa, en que inclina bastante al SE. (C-4).

A continuación del conglomerado de base vienen las areniscas del buntsandstein, micáceas, de coloración roja, la cual disminuye de intensidad a medida que las capas están más altas. Son rocas compactas y fuertes, que constituyen un buen material de construcción y se presentan frecuentemente en potentes bancos, que suelen alternar con delgados lechos de arcilla violácea, sabulosa, apreciable sobre todo en los contactos de la base. En ciertos casos las areniscas presentan aspecto moteado, a causa de la oxidación de primitivos cristales de piritita, de los que sólo resta un residuo terroso.

Sobre el potente horizonte de las areniscas descansan, en concordancia, las calizas del piso medio o muschelkalk, del que existen algunos restos en diversas zonas de Villafamés, convento del Desierto de las Palmas y capilla de San Miguel, próxima a las Agujas de Santa Águeda.

Del piso superior, o keuper, hemos visto dos manifestaciones en el territorio estudiado: una de menos de un kilómetro cuadrado en la parte alta del barranco de las Ermitas, al O. de Borriol (C-2), y otra, aun más pequeña en el barranco del Algezar de la Salud, afluente del de la Magdalena (C-3). Ambas están formadas por margas abigarradas conteniendo grandes masas de yesos que han sido objeto de amplias explotaciones.

Todos los estratos triásicos presentan variaciones de dirección y buzamiento, si bien puede indicarse como más general el arrumbamiento SO.-NE., con tendencia al E.-O., y la inclinación de 20 a 50° al SE., a excepción de algunos casos aislados.

Como particularidad respecto a estructura, cabe señalar que en las manchas central y occidental ocupa el triásico el borde oriental

de los asomos carboníferos, sin correspondencia en el sentido opuesto, y esta circunstancia induce a suponer hundidas las capas del flanco occidental en forma escalonada.

Al NO. de Benicasim, los estratos que rodean el isleo de Mirayet (C-4), buzan simétricamente al SE. y NO., y ello expresa la existencia de un anticlinal de gancho desmantelado, que deja al descubierto las capas infrayacentes carboníferas.

La edad atribuída a los sedimentos que nos ocupan, se funda exclusivamente en los caracteres litológicos de los mismos, pues no se han hallado restos fósiles que permitan cronologarlos.

CRETÁCEO

Ocupa una parte importante de la superficie de la Hoja y se desarrolla con amplitud por todo el borde occidental, El Sichar, El Regatell, Rincón del Cuervo, zonas de Costur y Useras, sector a poniente de la carretera de San Juan de Moró a Villafamés, sur de La Barona y este de Cabanes. Forma además las sierras de Oropesa (B-5) y de los Santos (B-4), Mas Blanco (C, D-3), Rincón de Coma (D-3), Llaguera (D-2), sierra de Borriol (C-2) y Benadresa (D-1).

Se halla este sistema en discordancia sobre el triás, y ello pone de relieve la independencia de los esfuerzos tectónicos que han afectado a ambas formaciones. El diastrofismo que a cada paso manifiesta el cretáceo, completado por fenómenos de erosión, imprime cierta aspereza a la orografía, y no deja de llamar la atención el atrevimiento y minuciosidad con que se han habilitado para el cultivo las inclinadas laderas de los múltiples cerros.

Presentan las capas cretáceas una gran homogeneidad en todo el territorio, y así, descrita cualquiera de las manchas, quedan conocidas las demás, dado que los caracteres son absolutamente comunes y se repiten los mismos horizontes: calizas de tono claro, compactas, con vetas espáticas; otras sabulosas, de matiz pardusco, que constituyen a veces, en las hiladas más bajas, verdaderas areniscas; margas claras, cuajadas de orbitolinas, y niveles calizos con profusión de fósiles.

Aunque existen algunas capas que pertenecen al cenomanense y al albense, la mayor parte corresponde al tramo llamado urgo-aptense, nombre que, por cierto, J. Landerer juzgó poco apropiado y substituyó por el de tenéncico, tomado de la región en que se encontraba la antigua *tenencia* de Benifazá.

El horizonte inferior del sistema está constituido por pudingas y areniscas bastas, sobre las que descansa una potente zona de arcillas, pizarras arcillosas y arenas, infrapuesta a un nivel de calizas de no gran espesor.

Sigüe después, en sentido ascendente, una nueva zona de arcillas y pizarras arcillosas de tono grisáceo y ferruginoso, y sobrepuestas a ellas se encuentran unas areniscas poco coherentes, de color claro o amarillento, sobre las que descansa un gran espesor de calizas compactas, dispuestas en bancos potentes, que forman el horizonte superior o de cobertera.

Las calizas, particularmente las superiores, contienen gran cantidad de fósiles y se explotan en diferentes canteras para materiales de construcción y fabricación de cal.

En la zona de Costur, lo mismo que en la de Useras y en la costa de Cabanes, alternan con las calizas grises y compactas algunas hiladas margosas de color grispardusco. Estos estratos presentan ondulaciones que siguen los contornos de los relieves superficiales.

En las cercanías de Costur, San Juan de Moró y Puebla Tornesa, los horizontes calizos encierran extraordinario número de restos orgánicos y, en algunos casos, las rocas hasta llegan a estar formadas exclusivamente por fósiles.

En las curvas de la carretera de Benicasim a Oropesa, dando vista al último pueblo, las calizas, compactas y de color más oscuro que en otras localidades, se hacen tableadas y determinan lechos de 0,20 metros de espesor.

En el sector SO. de la Hoja, entre el pantano de María Cristina y el Tosal de la Galera (D-1), aparece un conjunto de estratos de bastante espesor, que encierran, entre otras especies:

Orbitolina concava L.

Hemiaster verneuili Desor.

Micraster sp.

Ostrea flabellata Gold.

Natica sp.

las cuales permiten una atribución al cenomanense. Estas capas buzan al Oeste con inclinación próxima a 40°, y ello pone de relieve una gran discrepancia con la disposición del urgo-aptense del propio Tosal de la Galera y de otros puntos, cuyos pliegues se orientan de Este a Oeste. Obedece esto a razones tectónicas, ya que a lo largo de los puntos de contacto de las formaciones se encuentra una línea de fractura arrumbada de Este a Oeste, que abarca en toda su extensión la ladera septentrional del referido Tosal de la Galera.

Paralela a la indicada dirección se encuentra, asimismo, otra línea de fractura que pasa por las proximidades del pantano de María Cristina y la masía de don Miguel Peris, y el cenomanense viene a

ocupar el área comprendida entre ambas. Este piso presenta dos horizontes diferentes: inferior, de calizas grises y azuladas, bastante compactas, en bancos de espesor variable, y superior, de calizas poco consistentes, que alternan con margas deleznales, alteradas, de tonos amarillos. El nivel inferior sólo contiene algunos fósiles y fragmentos de conchas indeterminables, mientras que las capas margosas amarillentas ofrecen tal abundancia de *Orbitolina aperta* Erman, que hay casos en que la roca se integra exclusivamente de los restos de tal foraminífero.

A unos 500 metros aguas arriba de la unión del río de Alcora con la rambla de la Viuda (B-1), aparece en la margen izquierda de la última un banco calizo de más de un metro de espesor, el cual se halla también constituido totalmente por conchas trabadas por cemento calizo.

En la estribación izquierda de la presa del pantano de María Cristina (D-1) presentan, asimismo, las calizas abundantes fósiles, difíciles de clasificar por hallarse bastante incompletos, pero pueden referirse a orbitolinas, toucasias, ostreas, nerineas, etc., que atestiguan la edad urgo-aptense asignada a dichas rocas; y en la derecha, en un afloramiento de margas, se encuentran múltiples ejemplares de *Terebratula tamarindus* Sow. y *Plicatula placunea* Lam.

La formación que consideramos se halla tan trastornada que es difícil señalar la disposición general de los estratos; éstos presentan las orientaciones más diversas, e incluso adoptan posiciones violentas y anormales como corolario de las frecuentes fracturas y desplazamientos en zonas de pequeña extensión.

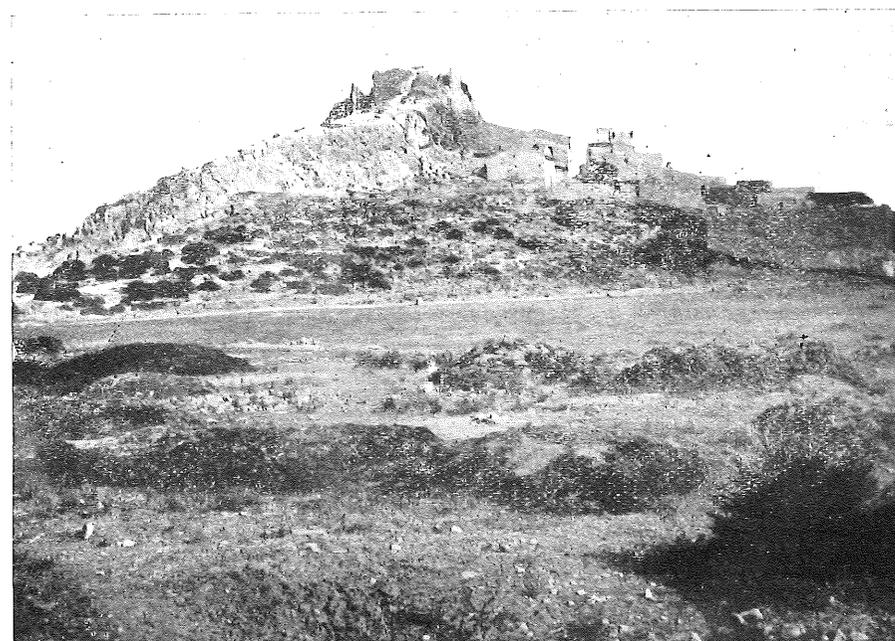
En La Figuera y La Torreta (C-2), los accidentes tectónicos cruzan el macizo desde la vertiente meridional de la sierra al valle de Borriol. En la región de Costur y rambla de la Viuda, la dirección, inclinación y buzamiento de las capas son extremadamente variables; se observan, además, pequeños anticlinales y sinclinales de carácter local, y también son frecuentes las áreas fracturadas por repetidas fallas.

En el sector NE. de la Hoja, la disposición del infracretáceo es más regular y, en conjunto, el tendido de los estratos se efectúa hacia el Norte, con alguna tendencia hacia el Oeste.

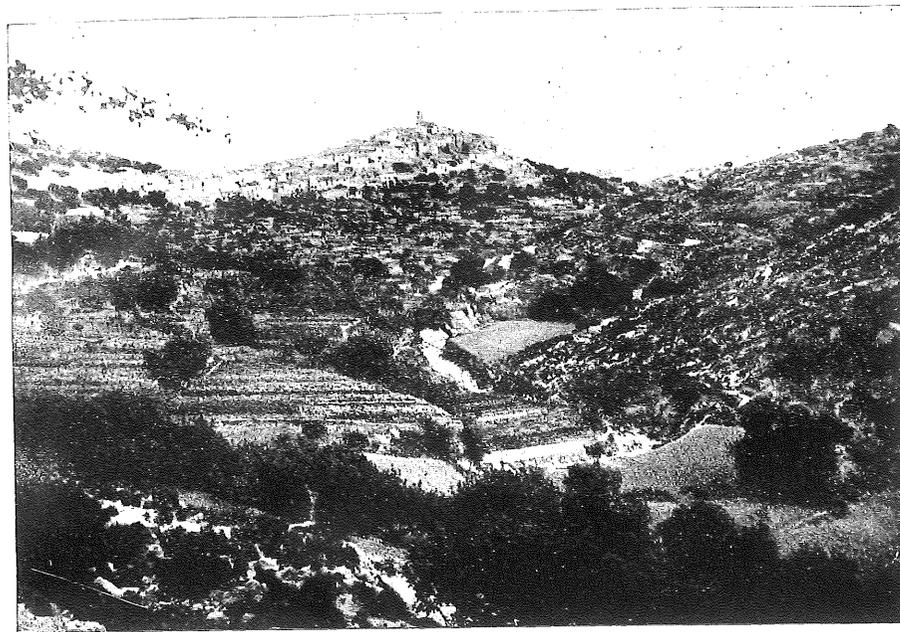
En las alineaciones montañosas paralelas a la costa, la estructura es absolutamente distinta de la dirección orográfica y así, se observa que el buzamiento es casi normal al rumbo de los accidentes.



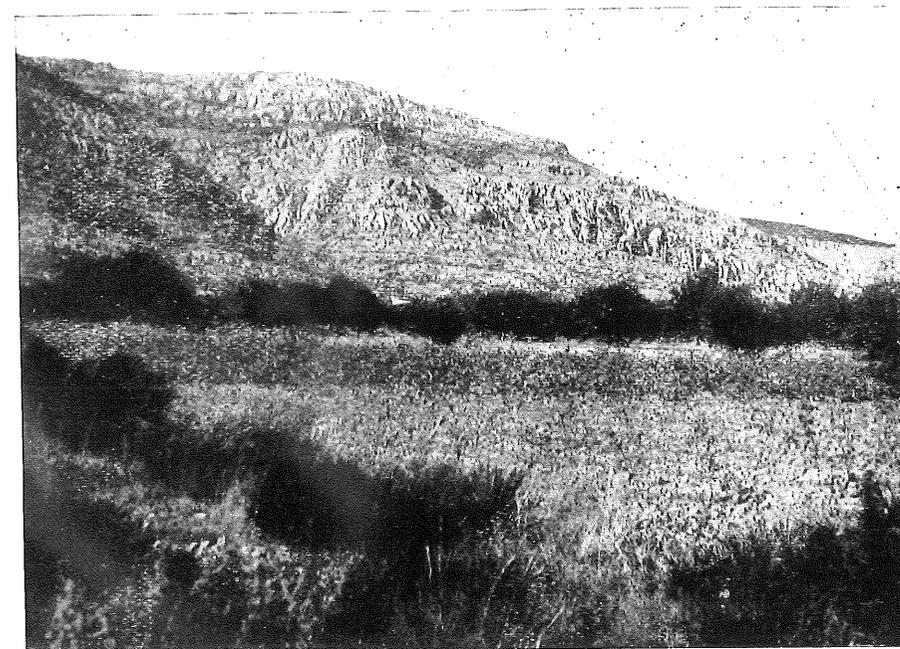
Masdaval (Costur), sobre urgo-aptense.



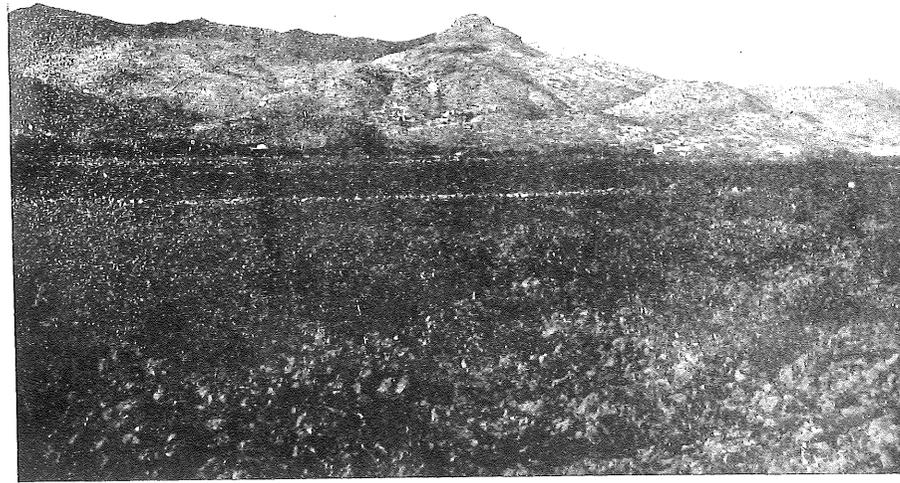
Asomo calizo urgo-aptense, en el que se apoya el pueblo de Oropesa.



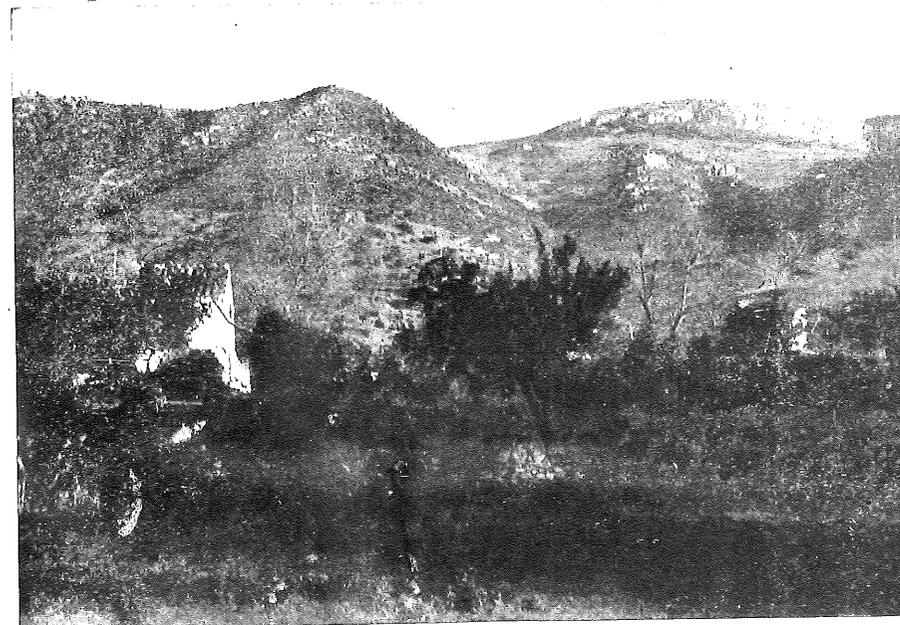
Estratos urgo-aptenses buzando al Noroeste. Al fondo, Useras.



Sierra de Oropesa, ladera este. Estratos urgo-aptenses buzando al NNO.; en la base, oligoceno.



Castillo de Montornés (Benicasim), en infracretáceo, rodeado de triás. En primer término, pleistoceno.



Infracretáceo recubriendo al triás, en la serreta en cuyo extremo noreste está Villafamés.

OLIGOCENO

Constituye una formación de arrastre, localizada particularmente al pie de los relieves mesozoicos y cuyo origen comenzaría después del levantamiento de los correspondientes estratos. Determina así una especie de festón que bordea al urgo-aptense y se integra de fragmentos de caliza (a los que se mezclan otros de arenisca en las proximidades del triás) unidos por un cemento en general margoso, que procede también de la formación infracretácea y ha sido arrastrado, como los cantos, por las aguas superficiales. Esta verdadera brecha, cuyos cantos poseen aristas poco gastadas, forma bancos de bastante espesor, superior, a veces, a 90 metros, que inclinan de 5 a 10° al Norte hasta ocultarse bajo el cuaternario.

La formación suele distinguirse a distancia, por ser asiento de los cultivos del algarrobo y el almendro, salvo en ciertas áreas en que, merced a la elevación de las aguas subterráneas, ha sido posible establecer el naranjo en las tierras que origina la disgregación del conglomerado.

Se desarrolla éste al norte del territorio, por los parajes de Albalat, Vall d'Alba y El Arco, hasta la zona de Cabanes (A-3, 4); prosigue a levante de Costur por El Polit, Malpica y La Molinera, en la margen izquierda de la rambla de la Viuda (B-1), y al este de la Hoja forma el cauce del llamado río Chinchilla (A, B-5) y se extiende por el Alto del Pla, Les Codines y Els Perchets (A-5); al Oeste forma el Pla de Molverde, en la margen derecha de la rambla de la Viuda, La Fonteta y la zona llana situada al mediodía de San Juan de Moró (C-1).

En el centro de la comarca determina la planicie de El Camp, situada al oeste del río de Borriol y de la carretera de Castellón a Zaragoza (C-3), y finalmente, al sur de la Hoja, se extiende por los sectores de Benadresa y Pla del Moro (D-1, 2), márgenes del río Seco (D-2) y zona comprendida entre el infracretáceo montuoso, al SE. de Borriol, y la carretera de la capital a Tarragona (D-2, 3).

La formación que nos ocupa carece de restos orgánicos que permitan su cronologación, mas el modo de originarse, y la disposición tectónica de los depósitos, inducen a considerarla como paleogeno posterior al levantamiento del infracretáceo, esto es, de edad posiblemente oligocena.

PLEISTOCENO

Forma las zonas llanas, o tierras bajas, de la superficie de la Hoja, así que se extiende al norte de la misma por el Ullal y Pla de la Barona, situados respectivamente a derecha e izquierda de la rambla de la Viuda, en el área comprendida entre dicho poblado y Useras (A-2); constituye, asimismo, las vegas situadas al norte de Villafamés (A-2, 3), oeste y sur de Cabanes (A-4); se desarrolla al norte de Oropesa, por ambos lados de la carretera a Tarragona (A, B-5), y, por último, en la zona meridional del territorio, ocupa el sector de la Plana de Castellón (D-3, 4), que es el más importante por la riqueza agrícola del suelo.

Situadas las llanuras al pie de los relieves montañosos, ocupan una posición muy adecuada para recibir los derrames acuosos procedentes de aquéllos, de modo que la disgregación y subsiguiente acarreo de los detritus producidos, ha podido originar mantos pleistocenos más o menos continuos, que descansan horizontalmente sobre el paleogeno o el infracretáceo.

La composición de los acarreos, varía, naturalmente, con los lugares que se consideran, y así, en buena parte de los llanos de Villafamés y Cabanes, son de color rojizo y naturaleza predominantemente arenosa, a causa de originarse por descomposición de las próximas areniscas triásicas. En cambio, en La Barona, Oropesa y la Plana de Castellón, se encuentran con preferencia gravas, cantos rodados calizos y tierras sueltas calizo-arcillosas, de color pardo, como procedentes de la derrubiacón del infracretáceo y la caliza brechosa paleogena.

El espesor del horizonte detrítico, varía también de unos sitios a otros; las indicaciones obtenidas con los estudios geofísicos permiten señalar que oscila entre 25 y 68 metros.

Los materiales pleistocenos mezclados con el humus, han producido tierras de labor de excelente calidad, especialmente en la zona costera de Castellón a Benicàssim, donde se cultiva el naranjo, muchos productos hortícolas, y se dedica el resto a arrozales, como en El Canet.

V

TECTÓNICA

El territorio que estudiamos se encuentra en el límite suroriental de la gran individualidad geográfica y geológica conocida con el nombre de El Maestrazgo, que comprende terrenos de las provincias de Castellón y Teruel.

Esta extensa región ocupa el extremo SO. de la Cordillera costera catalana, y establece su unión con el final del segmento más norte de la Ibérica, que llega allí con rumbo SE. Los núcleos de ambas alineaciones montañosas comprenden diversos términos de la escala geológica, empezando en la cordillera Ibérica en el siluriano y en la Catalana en el arcaico, terrenos que en las distintas edades han estado sometidos a sucesivos esfuerzos que los han plegado según las direcciones indicadas.

En la cordillera litoral se supone por algunos geólogos que los primeros empujes son caledonianos, basándose en que las diaclasas que los acompañaron atraviesan los estratos silurianos pero no los devonianos y carboníferos, opinión que no comparte por entero el profesor Hernández-Pacheco (E.), aunque admite manifestaciones atenuadas de fenómenos tectónicos que ya empezaron a obrar para producir los intensos plegamientos posteriores, debidos, siempre, a empujes de dirección ESE. a ONO.

Los movimientos hercinianos son indudables, dada la patente discordancia del triás con los terrenos sobre que se apoya, discordancia que, en la zona que estudiamos, se aprecia bien al sur de Puebla Tornesa, al SO. de Villafamés y en la sierra de los Santos, o sea en los únicos puntos de la zona donde asoman terrenos paleozoicos, siempre en contacto con el triás, apreciándose que el arrumbamiento de estos asomos corresponde a la dirección de la cordillera

litoral, de la cual constituyen, así, las últimas manifestaciones hacia el Suroeste.

Tras el gran movimiento herciniano tuvo lugar una era de activa denudación de los terrenos levantados por aquél, como consecuencia de la cual han desaparecido, casi por completo, en nuestra zona los términos superiores del triásico, quedando como testigos de que existieron las dos pequeñas manchas de margas yesíferas del barranco de la Salud (C-3) y parte alta del barranco de las Ermitas (C-2), citadas en el capítulo de Estratigrafía.

Después de la serie de plegamientos de que hemos hecho mención y del depósito de materiales jurásicos, en algunos puntos exteriores a nuestra zona, se produjo una amplia transgresión marina que motivó la gran mancha infracretácea que hoy observamos, ocupando la unión de las cadenas Ibérica y Costera catalana.

Las grandes conmociones tectónicas del terciario, que dieron el último relieve a ambas cordilleras, han afectado, naturalmente, a los sedimentos de la formación infracretácea, plegándolos según las direcciones de dichas dos alineaciones montañosas.

El territorio resulta, así, surcado por pliegues que, en general, en su parte NO., como más próxima a la cordillera Ibérica, tienen dirección NO.-SE., y en la SE., que se emplaza en la prolongación de la litoral, la NE.-SO., existiendo también, aunque con menos frecuencia, pliegues de otras direcciones, como corresponde a la conjugación de esfuerzos tan próximos.

Estos plegamientos se han verificado deslizando los terrenos infracretáceos sobre los triásicos y más antiguos, pudiéndose incluir entre los que llama Argand pliegues de superficie, pero claro es que los estratos triásicos se han debido también ondular de análogo modo, formando anticlinales y sinclinales que siguen la marcha general de los que aparecen en la superficie.

Al rizamiento de poco relieve de los sedimentos infracretáceos se debe que estos terrenos, a pesar de la denudación, hayan quedado recubriendo, casi por entero, los infrayacentes, sin dejarlos asomar más que por excepción.

El relieve actual del Maestrazgo se debe más a la denudación sufrida por los pliegues del infracretáceo que ocupa su superficie, que a las alturas alcanzadas por los anticlinales, formados al rizarse este terreno por los empujes descritos, rizamientos que, por otra parte, han quebrantado por completo los sedimentos, afectándolos de multitud de grietas.

Al final de la era terciaria tuvieron lugar los movimientos que dieron la forma actual, en circo de hundimiento, a nuestras costas mediterráneas, con separación de las islas Baleares de la Península.

Dichos hundimientos dejaron algunos pilares salientes que resistieron al descenso general, siendo uno de ellos el situado al norte de Castellón, que nos muestra las raíces paleozoicas de las últimas

direcciones NE.-SO. de la cordillera litoral catalana, como antes hemos dicho. En este pilar, cubierto, como toda la región, por los sedimentos infracretáceos, se reabrieron, con el hundimiento, antiguas fallas paleozoicas, que forman las fosas donde se alojan el río Seco de Borriol y la rambla de la Viuda. Los desplazamientos verticales producidos por dichas fallas en el terreno fueron importantes en el NE. del pilar, produciendo los picos salientes triásicos de Villafamés (B-2), y Agujas de Santa Águeda (C-4), coronados por restos del infracretáceo que la denudación ha respetado en parte. En cambio, el desplazamiento vertical fué disminuyendo hacia el SO., por lo que van perdiendo relieve las fallas hacia ese rumbo, hasta el punto de que no hicieron más que plegar los estratos infracretáceos sin llegar a cortarlos, y por fin éstos se ocultan bajo el cuaternario, en cuya zona los cauces de los citados cursos acuíferos se inflexan hacia el Este, abandonando las fosas de las fallas para dirigirse al mar.

Dentro ya de la era cuaternaria, movimientos epirogénicos hundieron de nuevo la costa y, por ello, los depósitos diluviales tienen su base por bajo del nivel del mar, como lo demuestran los diversos sondeos practicados en el litoral, y la existencia de turba en el mismo, a cota inferior a la de las actuales aguas marinas, turba que no pudo formarse más que en aguas dulces y, por lo tanto, en un terreno situado por encima de aquéllas. Con el citado hundimiento se retiró la línea de la costa desde las Columbretes hacia el continente, pudiéndose decir que dicha zona sumergida, cuya profundidad máxima es aquí de unos 80 metros, es una continuación de la Plana, y que la verdadera costa empieza en dichos islotes, al otro lado de los cuales se ofrecen los fuertes declives del fondo del mar, que alcanzan rápidamente los 1.300 metros de profundidad.

Por último, más recientemente, se ha producido una pequeña retirada del mar, que ha traído, como consecuencia, la émersión de la actual Plana y el rejuvenecimiento del perfil de los cursos de agua, es decir, un aumento de su potencia erosiva por la mayor pendiente que tomaron sus cauces a causa del descenso del nivel de base, quedando como prueba del fenómeno las terrazas que se advierten en las márgenes del río Mijares (cercano a la Hoja por el Sur), en el final de su recorrido.

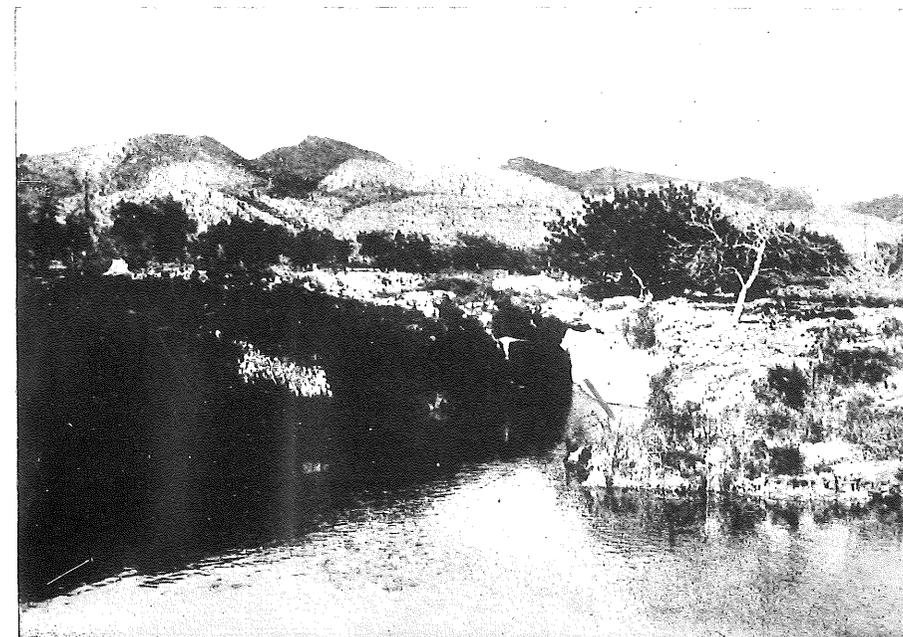
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Según ha sido expuesto en el capítulo correspondiente, el territorio de la Hoja está compuesto de una base paleozoica-triásica, sobre la que descansan casi ininterrumpidamente los terrenos infracretáceos, los cuales, en las zonas de más baja cota, se encuentran recubiertos por materiales detríticos correspondientes a los períodos oligoceno y diluvial. El terreno base es prácticamente impermeable, y en cambio los otros son permeables en grado sumo; el infracretáceo porque, constituido principalmente por calizas muy quebrantadas, sus numerosas grietas dejan fácil paso al agua, y los más modernos por entrar en su composición elementos de acarreo. Esta disposición y clase de terrenos hace que las aguas meteóricas sean rápidamente absorbidas; resultado de lo cual es que no existe ningún curso continuo de agua superficial, siendo conducidas las subterráneas por los relieves que la base impermeable les ofrece.

Sin embargo, cuando la masa caliza está cortada más o menos profundamente por barrancos u otros accidentes, las aguas que discurren por las fisuras de aquélla se ven solicitadas a mostrarse al exterior; constituyendo manantiales, en general, pobres, pero muy numerosos, como corresponde a la frecuencia de los accidentes citados. El manantial más importante de todos los de esta clase, dentro de la Hoja, es el de Mas Amunt, en la partida de la Casilla, del término de Useras (A - 1), que es utilizado para abastecimiento del pueblo y riego de unas 20 hectáreas, calculándose su caudal medio en dos litros por segundo. Le sigue en importancia el llamado Fuente Grande, que abastece a Borriol (D-2), y el sobrante se dedica también a riego, con caudal de unos 100 litros por minuto; y de gasto algo menor existe el de la Torreta, término de Villafamés (C-1, 2), con el que

se abastece el caserío de San Juan de Moró, anejo a dicho pueblo, dedicándose el sobrante a riego. Aunque de mucho menor gasto (40 a 50 litros por minuto), merecen citarse, en este último término, los del abastecimiento público de Villafamés, llamados Fuente Vieja o de la Sierra y de Ferrer (B-2, 3), que son conducidos por tuberías independientes a dos fuentes situadas en distintos barrios. De 10 a 30 litros por minuto son numerosísimos los manantiales de la Hoja, y así, en el citado término de Villafamés, están el de Gual, en el camino de Alcora; masía de la Font y Font de la Figuera, en Moró; Roig y Bartomeu, en el Mollet, y los nombrados Fuente Chuncosa y Balaguera; en el de Borriol, las fuentes Botalaria, Cominells, San Martín, Codina y Mas Jaime; en el de Costur (A, B-1), las de Masdavall, Fontanella, Collado y la pública de la calle de la Fuente, que por ser excesivamente dura se dedica a abrevadero; en el de Useras (A-1), la Ponsa y la de Presola; en el de Puebla Tornesa (B-3), la fuente pública que abastece al pueblo y las de Bugat y Barot; en el de Cabanes (A-4), la Font Tallá, que es conducida a una fuente situada en el pueblo, y las de Mas de Noch, Miravet y Perelló, esta última secándose en verano; en el de Benicasim, la Fuente del Señor, de la masía de la Bartola, que es conducida al pueblo para su abastecimiento, distribuida en varias fuentes; y otras en el Desierto, como las de San José, Pollosa, Rufá y Parreta; y en el de Castellón, la Porcar, en la partida de Benadresa (D-1), y la de la Salud, en la Magdalena (D-3).

Pero la importancia de la hidrología subterránea de la Hoja, realmente extraordinaria, radica en la fracción de agua meteórica absorbida por los terrenos permeables que se abisma hasta su encuentro con los impermeables subyacentes, porque al caudal que se forma en el territorio que estudiamos viene a unirse el que se produce de idéntica manera en la extensa zona del Maestrazgo, de la cual, la presente Hoja, constituye su extremo sursureste, parte de cuyo caudal circula hacia este rumbo. La suma de estos volúmenes de agua integra el potente manto que impregna el terreno diluvial de la Plana, donde han sido excavados numerosos pozos para el riego de naranjales, a los que se ha provisto de bombas potentes, no notándose influencia recíproca entre ellos, ni aun en pleno desagüe, el cual puede calcularse, para los del término de Castellón, en un metro cúbico, permanente, por segundo. La superficie de este manto, según se deduce de las profundidades a que el agua se encuentra en los pozos, está inclinada hacia el mar, con pendiente del uno por mil. A unos tres kilómetros al norte de Castellón, el terreno se deprime, y el manto acuífero aflora a una cota de dos metros sobre el nivel del mar, constituyendo una región pantanosa denominada la Marjalería o Cuadro (D-4), la cual ha sido desecada por medio de grandes zanjas, de la que la más importante es la acequia de la Obra, que recoge las principales surgencias de aquellos afloramientos, como son los manantiales de la Reina, San Francisco y otros, cuyo caudal,



Fuente de la Reina, en el diluvial de la Plana.

muy variable, oscila entre menos de medio y más de dos metros cúbicos por segundo, pudiéndosele calcular un promedio de un metro cúbico en dicha unidad de tiempo, caudal que se dedica al riego de 560 hectáreas de arrozales.

Con ser mucha, como vemos, el agua que se aprovecha de este caudal subterráneo, es mucho mayor la que se pierde pasando al mar, de cuyo hecho son pruebas los numerosos brotes submarinos que se conocen a lo largo de la costa hacia el Norte, y ello ha motivado el que se practique un estudio hidrogeológico de la zona por la Sección de Aguas Subterráneas de este Instituto, completado con otro detalladísimo realizado por la de Geofísica, del mismo Centro, como resultado de los cuales se ha propuesto la ejecución de determinadas galerías que tratan de cortar, en lo posible, los citados escapes hacia el mar, algunas de las cuales se encuentran ya en ejecución.

El número total de pozos del término de Castellón se eleva a más de 70, la mayor parte de los cuales se encuentran fuera de la Hoja. Sus profundidades están comprendidas entre 4 y 90 m., según distancias a la línea de la costa (las más corrientes de 30 a 60 metros), siendo la máxima a que el agua se encuentra en ellos la de 70 metros. Los alumbramientos de esta clase más importantes son los llamados sondeos números 5 y 6, de la Sociedad General de Riegos de Castellón, con profundidades, ineluidos los pozos ordinarios correspondientes, de 115 y 120 metros, los cuales están situados a unos dos kilómetros de la rambla de la Viuda, en su margen izquierda, y a 75 metros sobre el nivel del mar. Se extraen de ellos 17 metros cúbicos de agua por minuto, que se dedican al riego de la huerta alta de Castellón, creada por el pantano de María Cristina, pero que éste no puede atender en toda su extensión por las grandes pérdidas que sufre su vaso, excesivamente permeable por estar ubicado en las calizas fracturadas del infracretáceo. Aunque estos alumbramientos se encuentran fuera de la Hoja, por el Sur, como no están distantes de su límite, los citamos para que se aprecie el esfuerzo que en esta región se realiza en materia de aprovechamiento de aguas subterráneas, dejando para cuando nos ocupemos de la hoja colindante por el expresado rumbo, que es la de Castellón, el tratar de los restantes pozos.

Exceptuando Oropesa, que utiliza aguas de lluvia almacenadas en aljibes o cisternas, todos los pueblos comprendidos en la Hoja que estudiamos se abastecen de manantiales que brotan en el infracretáceo. Algunos de estos abastecimientos han sido citados al ocuparnos de esta clase de manantiales, pero a fin de presentar la cuestión en su conjunto, para que puedan ser establecidas comparaciones, ofrecemos al final del presente capítulo un estado con diversos datos de dichos abastecimientos, entre los que se encuentran los análisis de sus aguas, practicados por el Laboratorio Químico del Instituto, por los que se observa que, a pesar del análogo origen de todas

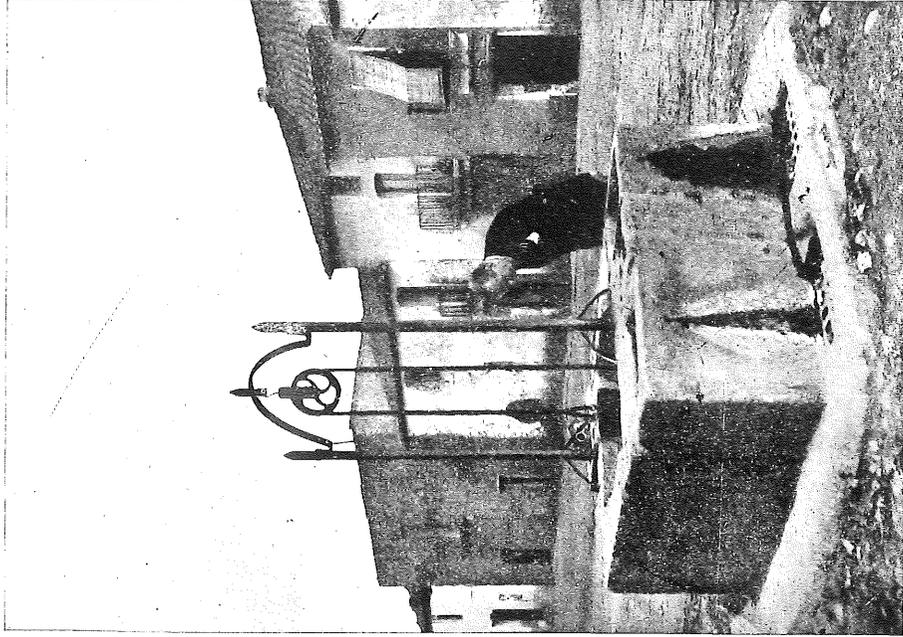
las aguas, presentan diferencias en cuanto a su composición, siendo las más puras las de Cabanes, que sólo tienen 15,5° hidrotimétricos y las más duras las de Villafamés, que llegan a 39. Incluímos también el análisis del agua de uno de los tres pozos públicos que existen dentro del casco de Oropesa, de unos seis metros de profundidad y bastante abundantes, los cuales se dedican a la bebida del ganado y usos de limpieza, y cuya dureza es de 82 grados.

Los abastecimientos que se citan, se realizan por conducciones que llevan el agua desde los manantiales a fuentes situadas en los respectivos pueblos, excepto en Costur, donde sus habitantes tienen que ir a buscarla al lugar de su nacimiento.

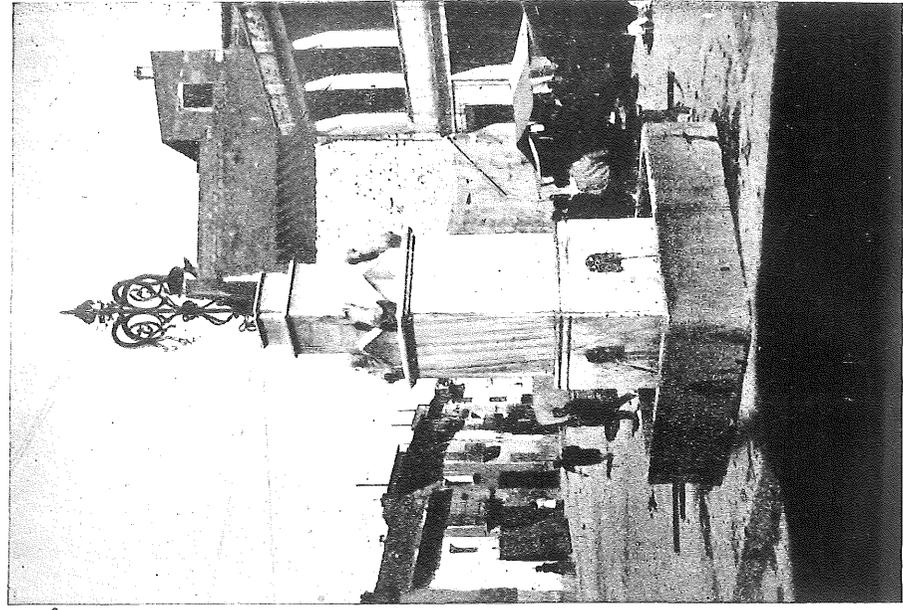
*DATOS RELATIVOS A ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LOS PUEBLOS COMPRENDIDOS EN LA HOJA N.º 616,
VILLAFAMÉS (CASTELLÓN)*

	BENICASIM	BORRIOL	CABANES	COSTUR	OROPESA	PUEBLA TORRESA	USERRAS	VILLAFAMÉS	
Situación en la Hoja	C-4	C, D-2	A-4	B-1	B-5	B-3	A-1	B-3	
Número de habitantes	1.856	2.654	3.444	790	1.053	770	2.048	3.652	
Procedencia del agua	Manantial.	Manantial.	Manantial.	Manantial.	Pozo.	Manantial.	Manantial.	Manantial.	
Nombre del pozo o manantial	Fuente del Señor.	Fuente Grande.	Font Tallá.	Fontanella.	Plaza.	Fuente pública.	Mas Amunt.	Fuente de la Sierra	
Caudal, litros por minuto	15	100	30	3	"	10	120	40	
Dotación por habitante	12	55	13	6	"	19	72	16	
Análisis.	Anhídrico sulfúrico	0,03776	0,03089	0,01029	0,03776	0,23344	0,02231	0,02231	0,14933
	Cal	0,07822	0,12145	0,06998	0,13997	0,48168	0,06175	0,13586	0,20790
	Magnesia	0,04323	0,02882	0,02882	0,02341	0,12070	0,05224	0,01080	0,03783
	Cloro	0,03085	0,02130	0,02840	0,03550	1,01885	0,02130	0,01065	0,05325
	Cloruro sódico	0,05084	0,03510	0,04680	0,05880	1,67906	0,02510	0,01755	0,08775
Grado hidrotimétrico	17°	20°	15°5	23°	82°	19°	21°	39°	
Observaciones	"	"		En el pueblo una fuente para abrevadero y lavadero con 5 l/m. de agua dura. Además, en Masdavall, fuente potable con 20 l/m.	Hay, en total, 3 pozos públicos en el pueblo. Para la bebida se utiliza agua de aljibes.	Para el ganado y servicio de limpieza, 3 pozos públicos en el pueblo. Además, una fuente para lavadero, junto al río.		Existe otra traida de aguas de la fuente de Ferrer, de caudal y composición análogas, con lo que la dotación por habitante es de 30 litros diarios.	

HOJA N.º 616.—VILLAFAMÉS.



Pozo público, para servicio de limpieza, en la plaza de Oropesa.



Fuente pública de Cebanes.



Fuente pública de Borriol.

MINERÍA Y CANTERAS

MINERÍA

Actualmente no existe actividad minera alguna en todo el territorio que comprende la Hoja, pero en otro tiempo se han ejecutado numerosas labores, de las cuales se ven restos, así como también se observan a veces, en algún que otro paraje, escoriales que indican que la metalurgia se ha cultivado igualmente.

El estado de las labores mineras no permite su reconocimiento interior, pero existen descripciones antiguas de algunas de ellas (7 bis y 12), que nos dan idea del desarrollo que alcanzaron. Parece ser que las más importantes se ejecutaron en las proximidades de Borriol (C-2), en la mina denominada «Misterio», donde se reconoció y explotó algo un filón de unos 80 centímetros de óxidos de hierro y sulfato de barita, con vetillas de galena argentífera y pintas de carbonato de cobre, obteniéndose mineral de plomo con ley del 50 al 60 por ciento y cuatro a cinco onzas de plata, por quintal. El filón, de dirección aproximada SO.-NE., o sea la de aquella alineación montañosa, y buzamiento al NO. con inclinación de 55°, encaja en pizarras paleozoicas y en la caliza cretácea que se le superpone, y como en estas calizas tiene nacimiento la fuente del pueblo, las labores, que estaban próximas a ella, la afectaban, lo que motivó la paralización de aquéllas, que llegaron a consistir en un socavón de 350 metros de longitud y dos pozos, el mayor de ellos de 50 metros de profundidad.

También en el Tosal del Mollet, término de Villafamés (C-2), se cita (12) una mina llamada «San Miguel», donde, encajadas en cali-

zas, existían pequeñas masas y vetillas de galena sin dirección determinada; y en término de Cabanes (A-4) se indican (24) minas de plomo, y de cobre y plata en el de Benicasim (C-4), pero sin determinar parajes ni expresar ningún otro dato de interés, así como también (49 bis) se alude a un criadero de hierro de poca ley en el cerro Mortorum (A-5), del primero de los términos citados, donde en su ladera este se observan restos de excavaciones.

Por último, aunque no ha podido ser explotado, debemos hacer mención de un criadero de turba situado en los terrenos pantanosos llamados «El Cuadro» (D-4), términos de Castellón y Benicasim, junto al mar, análogo a otros que radican en este litoral valenciano. Todos ellos tienen algunos caracteres comunes. Uno es que se encuentran por bajo del nivel del mar actual, y como la turba tiene necesariamente que haberse formado en agua dulce, se deduce que, como hicimos notar en el capítulo de Tectónica, la costa se ha hundido desde la época en que aquella formación tuvo lugar. Otro carácter es el de hallarse recubiertos por una capa de limo oscuro de espesor variable, pero siempre inferior a medio metro, la cual se ha ido depositando desde que las condiciones de temperatura (6 a 8º) variaron e impidieron la continuación del proceso de turbificación. Estos depósitos están separados del mar por un cordón de arena silíceo y tobas de reciente formación, debidas las últimas a las sales de las aguas del mar y a las terrestres en las periódicas inundaciones procedentes de una y otra parte.

En «El Cuadro» practicó la Jefatura de Minas de Valencia, hacia el año 1921, 44 sondeos, que revelaron la existencia de turba, aunque en general sin la pureza necesaria, y donde resultaba de mejor clase, la potencia del criadero era insuficiente para su explotación. Así, el Ayuntamiento de Castellón, que trató de aprovecharlo para producir gas en una central eléctrica de su propiedad, tuvo que abandonar su intento.

CANTERAS E INDUSTRIAS DERIVADAS

Las canteras más importantes, por el volumen de su explotación y los medios empleados para la misma, son las del puerto de Castellón, sitas en La Magdalena, Las Pedreras (D-3), de este término, unidas al punto de empleo del material extraído por un ferrocarril de cerca de diez kilómetros. Se explota la caliza cretácea, que allí se presenta en grandes bancos, de los que se pueden obtener bloques del tamaño que requieren esta clase de obras.

En este mismo terreno, que con tanta abundancia se presenta en

la Hoja, existen otras muchas canteras, la mayoría sin importancia y de explotación discontinua, de las que se extrae piedra para mampostería y para la fabricación de cal.

Igualmente, en el cretáceo, radican las afamadas canteras de mármol color crema de Les Mallaes, en término de Borriol (D-1), cuyos productos se consumen en diversas poblaciones, especialmente en Castellón, en forma de tablas para zócalos de edificios, tanto al exterior como al interior, en entradas, escaleras, etc. También se obtienen piezas para veladores, mesillas y otros elementos de ebanistería.

De análoga constitución, pero de color negro, es el mármol de la Marmudella, término de Cabanes (B-4), igualmente muy apreciado.

En las dos manchas del tramo superior del triásico que aparecen en la Hoja, una en las Ermitas (C-2) y otra en el barranco del Algezar, o de la Salud (C-3), existen amplias canteras para la explotación del yeso, que en parte se quema en hornos inmediatos y en parte se lleva a otros sitios para su preparación.

Las areniscas de la base del triás son aprovechadas para la obtención de bordillos de aceras, dinteles y jambas de huecos de fachada, procediendo del término de Borriol las piezas de esta clase que se emplean en la capital.

De los acarreo cuaternarios se extraen las arcillas, que se utilizan como primera materia para la fabricación de teja y ladrillo. Las fábricas más numerosas e importantes radican en Castellón, de las que se cuentan unas doce entre mecánicas y manuales. En el poblado de San Juan de Moró (C-1), agregado a Villafamés, existen dos mecánicas, y sólo las hay manuales en el resto de la Hoja, pudiéndose citar una en cada uno de los pueblos de Cabanes, Oropesa y Benicasim, sin haberlos en los demás porque los citados materiales de construcción proceden de las fábricas que quedan mencionadas.

AGRONOMÍA

Desde el punto de vista agronómico, los terrenos de la Hoja se pueden dividir en tres grupos; los de acarreo, de baja cota, que constituyen la Plana; los también de acarreo, pero que permanecen en la proximidad de las rocas que les dan origen, a las cuales recubren en parte, que se encuentran a mediana elevación, y los rocosos, de cotas altas. En los primeros tienen asiento los cultivos más ricos. Dominados en gran parte por la acequia llamada Mayor, derivada del río Mijares, dichos cultivos son de regadío, produciéndose en ellos principalmente naranjas y sus afines, así como toda clase de hortalizas y frutas. El área del regadío se va ensanchando continuamente, no por una mayor utilización del agua de la acequia, cosa imposible, pues desde hace mucho tiempo lo está al máximo, sino por la apertura de pozos, y como la construcción de éstos y la consiguiente elevación del agua suponen gastos de importancia, sólo se dedican al naranjo las tierras convertidas por este medio en regadío, por no poder soportar, en general, los otros cultivos los expresados gastos. Una excepción la constituye la uva moscatel, que representa una riqueza en los términos de Oropesa y Benicasim.

Modernamente se va ampliando el cultivo del arroz, habilitando para ello las tierras pantanosas inmediatas al mar, que son regadas con el agua de pozos excavados en las mismas. Parece ser que en la Edad Media alcanzó mucho desarrollo este cultivo, introducido en la región por los árabes, pero las malas condiciones higiénicas en que se realizaba ocasionaba gran mortalidad, y tuvo que ser prohibido.

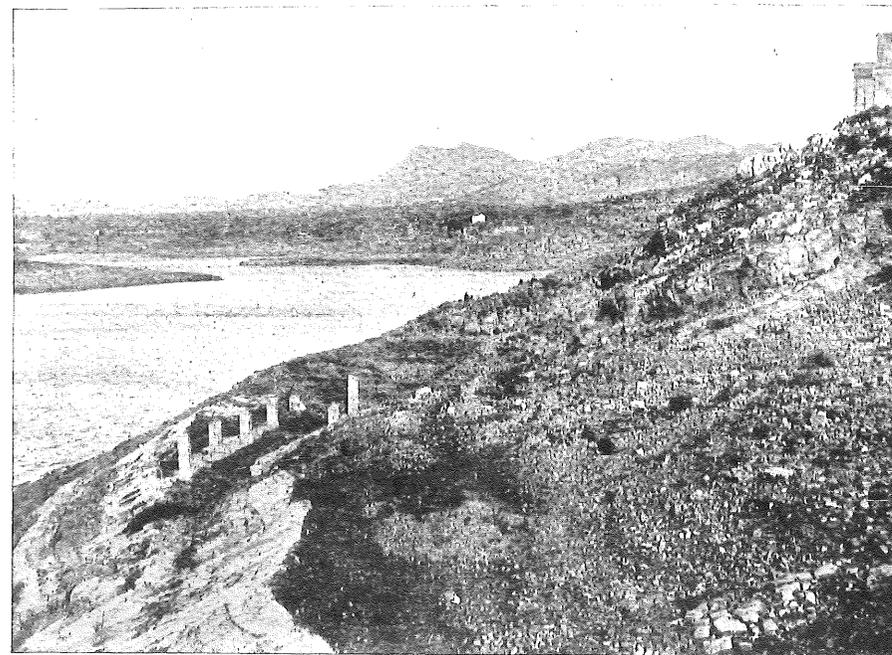
Como dato curioso diremos que, en el siglo XIV, se cultivaba la caña de azúcar; como lo demuestra la reglamentación a que se le sometió, contenida en la «Ordenación de la canyamel», que se conserva

en el archivo de la capital. También hasta mediados del siglo pasado tuvo importancia el cultivo de la morera, como en toda la huerta valenciana, para la cría del gusano de seda.

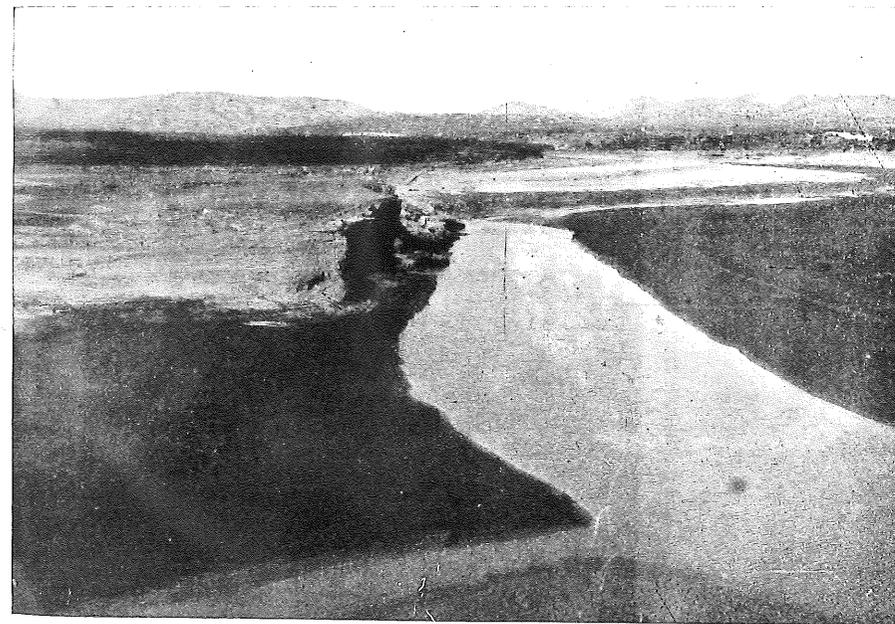
Los terrenos de la segunda zona, según la división antes establecida, se dedican principalmente a cereales y viñedos; y de especies arbóreas se crían en ellos olivos, almendros, higueras y algarrobos.

Los terrenos rocosos, que constituyen la parte descarnada de las montañas, sólo contienen pinos, robles y encinas, con romero, jara, espliego y otras especies de monte bajo.

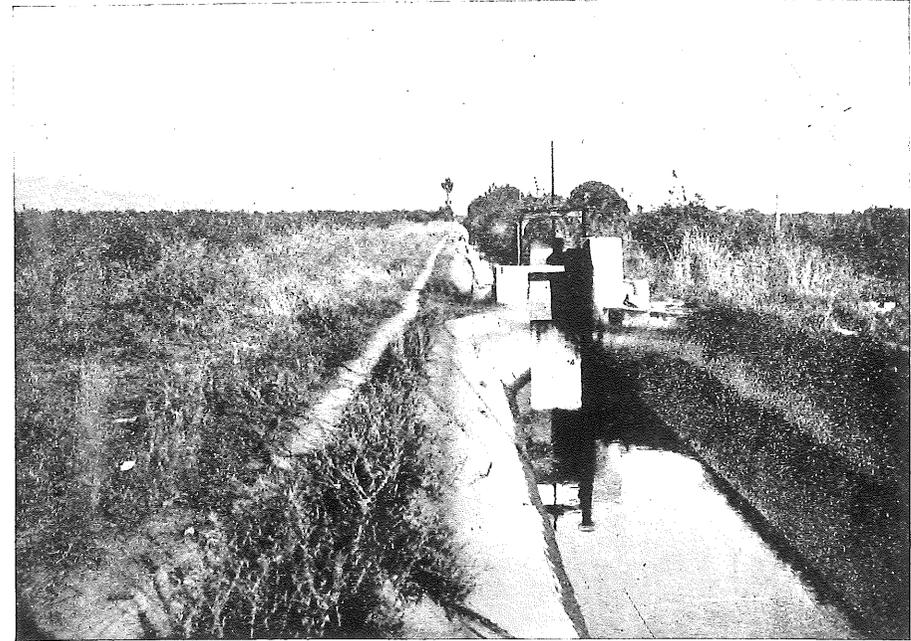
Madrid, octubre de 1946.



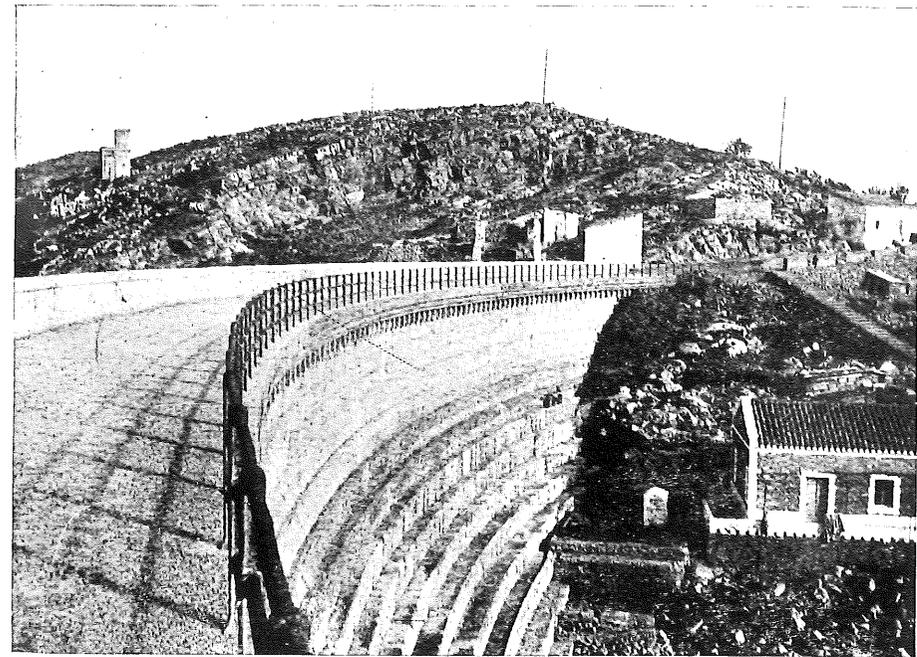
Embalse del pantano de la Viuda. En primer término, calizas infracretáceas de la margen izquierda, que sirven de apoyo a la presa. Al fondo, El Mollet de Villafamés, de areniscas triásicas.



Cola del pantano de María Cristina, en la rambla de la Viuda, sobre pleistoceno. Al fondo elevaciones cretáceas.



Canal de riego del pantano de María Cristina.



Presa del pantano de la Viuda. Apoyo de la margen izquierda, en calizas infracretáceas.