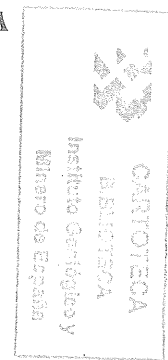


R. 16818

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA



MAPA GEOLÓGICO

MEMORIA EXPLICATIVA

DE LA

HOJA N.º 522

TORTOSA



MADRID
TIP. Y LIT. COULLAUT
MARÍA DE MOLINA, 106
1920

PERSONAL DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

<i>Director</i>	Excmo. Sr. D. Luis de la Peña.
<i>Vocales</i>	Sr. D. Alfonso Fernández y M. Valdés.
—	Sr. D. Manuel Sancho Gala.
—	Sr. D. Manuel Ruiz Falcó.
—	Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis.
—	Sr. D. Augusto de Gálvez-Cañero.
—	Sr. D. Alfonso del Valle Lersundi.
<i>Vocal Secretario</i>	Sr. D. Guillermo O'Shea.
<i>Vocales</i>	Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.
—	Sr. D. José de Gorostíza.
—	Sr. D. José García Siñeriz.
—	Sr. D. Enrique Dupuy de Lôme.
—	Sr. D. Juan Gavala.
—	Sr. D. Alfonso de Alvarado.
—	Sr. D. Pablo Fernández Iruegas.
—	Sr. D. Joaquín Mendizábal.
—	Sr. D. Javier Milans de Bosch.
<i>Ingenieros agregados</i>	Sr. D. Enrique Rubio.
—	Sr. D. Manuel de Cincúnegui.
—	Sr. D. Agustín de Larragán.
<i>Ingeniero auxiliar</i>	Sr. D. José Meseguer Pardo.
<i>Ingenieros Ayudantes</i>	Sr. D. Antonio de Larrauri Mercadillo.
—	Sr. D. Manuel Pastor Mendivil.
—	Sr. D. Ricardo Madariaga Rojo.
—	Sr. D. Carlos Orti Serrano.
—	Sr. D. José Cantos Sainz de Carlos.

INGENIEROS AL SERVICIO DEL INSTITUTO

Sr. D. Laureano Menéndez Puget

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS DE MINAS
AFECTOS A ESTE INSTITUTO

<i>Director del Laboratorio</i>	Sr. D. Enrique Hauser.
<i>Profesor de Geología</i>	Excmo. Sr. D. Pedro de Novo y Chicarro.
— <i>de Paleontología</i>	Sr. D. Luis Jordana.
— <i>de Mineralogía</i>	Sr. D. Enrique de Pineda.
— <i>de Química analítica</i> ..	Sr. D. Manuel Abbad.
— <i>de Topografía</i>	Sr. D. Miguel Langreo.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

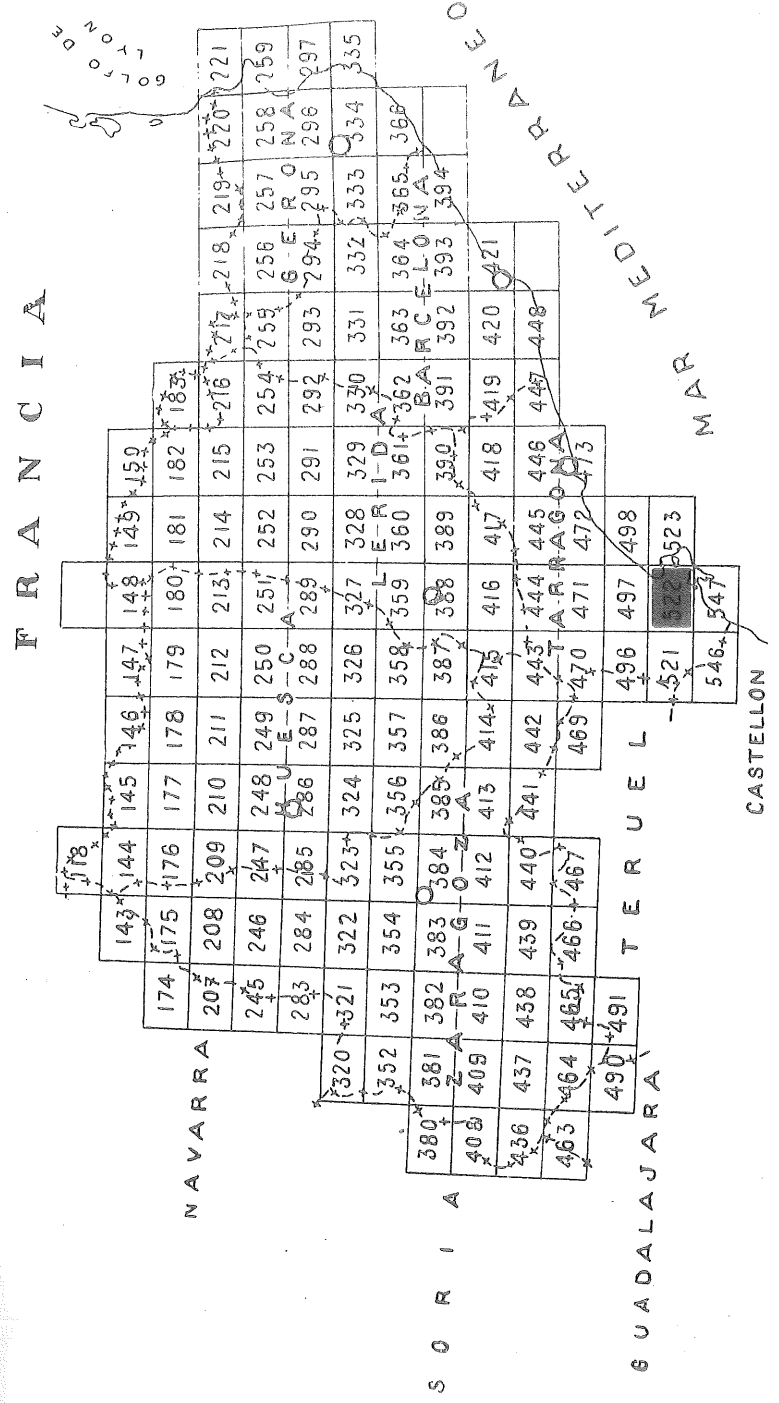
3.ª REGIÓN. NORESTE

Jefe. Sr. D. Agustín Marín.
 Sub-jefe. Sr. D. Augusto de Gálvez-Cañero.
 Secretario. Sr. D. Agustín Larragán.

PERSONAL AGREGADO QUE HA INTERVENIDO EN LA
 REDACCIÓN DE ESTE TRABAJO

Sr. D. José R. Bataller.
 Sr. D. Manuel López Manduley.

Situación de la Hoja de Tortosa, núm. 522.



ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
PRÓLOGO.....	5
I BIBLIOGRAFÍA.....	7
II HISTORIA.....	11
III FISIOGRAFÍA.....	13
IV TECTÓNICA.....	19
V ESTRATIGRAFÍA.....	25
VI PALEONTOLOGÍA.....	43
VII MINERÍA E HIDROLOGÍA.....	53
VIII AGRICULTURA.....	45

PRÓLOGO

La Hoja de Tortosa tiene el número 522 de la cuadrícula del Mapa de España, del Instituto Geográfico y Catastral y con ella iniciamos la formación del mapa geológico en la provincia de Tarragona.

La importante labor científica realizada en esta región por el doctor J. R. Bataller, cuyo mérito puede apreciarse en las obras por él publicadas, motivó que se le asociara a los trabajos del Instituto Geológico, emprendidos en la región tarraconense. La Hoja ha sido, pues, estudiada por los Ingenieros de Minas, Agustín Marín, director de los trabajos, Manuel López Manduley, Manuel Vidal y Agustín Larragán, con la colaboración, asidua e inestimable, de Bataller.

No es posible, al comenzar la formación del Mapa geológico de la región de Tortosa que dejemos de consignar en primer término, nuestro respetuoso homenaje de admiración y simpatía al geólogo Landerer que nacido en Valencia en 1841, falleció en Tortosa en 1922, dejando escritas un gran número de monografías referentes a la región, distinguiéndose sobre todo en la determinación del tramo urgo-aptense, al que designaba con el nombre de Tenénico, por estar muy bien caracterizado en la Tenencia de Benifazá, de la inmediata provincia de Castellón de la Plana.

BIBLIOGRAFÍA

- VERNEUIL ET COLLOMB.—Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne. «Bull. de la Soc. Géologique de France». 2.^a serie, tomo X, pág. 61. 1852.
- COELLO (F.).—Tarragona (con cuatro planos particulares). Escala de 1 : 200.000. Madrid, 1858.
- COQUAND (H.).—Monographie paleontologique de l'étage aptien de l'Espagne. «Mem. de la Société d'Emulation de la Provence». T. III, pag. 191-411. Marseille, 1869-1865.
- LANDERER (J. J.).—Monografía paleontológica del piso Áptico de Tortosa, Chert y Benifazá. Madrid, 1872.
- LANDERER (J. J.).—El piso Tenécico (o Urgo-Áptico) y su fauna. «Anales de la Soc. Esp. de Hist. Nat.». Tomo III, páginas 345-386. Madrid, 1874.
- BAUZÁ (F.).—Breve reseña geológica de las provincias de Tarragona y Lérida. «Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España». Volumen III, páginas 115-123. Madrid, 1876.
- GOMBAU (I.).—Reseña físico-geológica de la provincia de Tarragona. «Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España». Vol. IV, páginas 181-250. Madrid, 1877.
- MARTÍNEZ ALCÍBAR.—Mapa geológico de la provincia de Tarragona. «Bol. Com. Mapa Geol. de España». Madrid, 1877.
- MALLADA (L.).—Mapa geológico, en bosquejo, de la provincia de Tarragona. Escala 1 : 400.000. Madrid, 1877.
- LANDERER (J. J.).—La región oriental de España en la época miocénica. «Ilustración Española y Americana» n.º 22 y del 28 Febrero. Madrid, 1877.

- LANDERER (J. J.).—Ensayo de una descripción del piso tenécico. «Anales de la Soc. Esp. de Hist. Nat.». Tomo VII, páginas 5-20. Madrid, 1878.
- LANDERER (J. J.).—La naturaleza en la época miocénica. «Ilustración Española y Americana», número del 22 de Febrero. Madrid, 1880.
- CAREZ (L.).—Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de l'Espagne. Paris, 1881.
- MALLADA (L.).—Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. Madrid, 1887.
- ALMIRALL (D. V.).—Excursió colectiva a Tortosa, Amposta y S. Carles de la Rápita. «But. Assoc. d'Escurs. Catalana». Any 11, n.º 122-123, p. 243. Barcelona, 1888.
- MALLADA (L.).—Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona. «Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España». Tomo XVI, páginas 1-175. Madrid, 1890.
- MALLADA (L.).—Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España. «Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España». Tomo XVIII, páginas 1 a 253. Madrid, 1892.
- MALLADA (L.).—Explicación del Mapa Geológico de España. «Memoria de la Com. del Mapa Geol. de España». Madrid, 1895-1913.
- CUERPO DE ESTADO MAYOR DEL EJÉRCITO.—Mapa militar itinerario de España. Escala 1 : 200.000. Hoja n.º 38. Madrid, 1895. Hoja n.º 48. Madrid, 1889.
- DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA.—Mar Mediterráneo. Costa oriental de España. Hoja XII, desde Alcocebre hasta el cabo de Tortosa. Madrid, 1887. Revisada 1897.—Hoja XIII, desde el cabo de Tortosa hasta la punta Palomera. Madrid, 1890. Revisada 1897. Hoja XIV.
- COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—Escala de 1 : 1.500.000. Madrid.
- COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—Mapa geológico de España. Escala 1 : 400.000. Hoja 30. Madrid.
- FERRER Y HERNÁNDEZ (J.).—Nota sobre la turba del Ebro. «Bol. de la Soc. Esp. de Hist. Nat.». Tomo II, págs. 211-212. Madrid, 1902.
- CALDERÓN (S.).—Nota preliminar sobre la turba y los turbales de España. «Bol. de la Soc. Esp. de Hist. Nat.». Tomo III, páginas 417-428. Madrid, 1903.
- FONT I SAGUÉ (N.).—Nota sobre la presencia del terreno pliocénico en la comarca de Tortosa. «But. Ins. Cat. Hist. Nat.». Vol. II. Segona epoca, p. 59-61. Barcelona.
- FONT I SAGUÉ (N.).—Curs de Geología dinámica y estratigráfica aplicada a Catalunya. 2.ª edició, 1926. Barcelona.
- BROSSA (E.).—Mapa de Cataluña y país lindante de Aragón y Francia a la escala de 1 : 360.000. Barcelona, 1908.
- CALDERÓN (S.).—Los minerales de España. «Publicaciones de la Jun-

- ta para ampliación de estudios e investigaciones científicas». Madrid, 1910.
- MESA RAMOS (J.).—Aguas artesianas en Tarragona. «Revista de Obras públicas». Tomo LVIII, página 605. Madrid, 1910.
- DOUVILLÉ (R.).—La Peninsule Iberique.—Espagne. Handbuch der Regionalen Geologie, 7 heft Band 3 III. Heidelberg, 1911.
- IZQUIERDO JÁUREGUI (R.).—Riegos de la delta del Ebro. «Revista de Obras Públicas». Tomo LIX, página 246. Madrid, 1911.
- FAURA Y SANS (M.).—Comarques artesianas a Catalunya. «Agricultura». Vol. I, n.º 12, p. 4, n.º 14, p. 6. Croquis n.º 16, p. 10-11. Barcelona, 1918.
- FAURA Y SANS (M.).—Condicions estructurals del terreny en la caracterització de las comarques catalanes. Barcelona, 1919.
- LANDERER (J. J.).—Principios de Geología y Paleontología. 3.ª edición, 1919. Barcelona.
- SERVICIO DEL MAPA GEOGRÁFICO DE CATALUÑA.—Goles del Ebro. «Ibérica». Volumen XIV, número 343, página 146. Tortosa, 1920.
- TOMÁS LORENS.—Els minerals de Catalunya. «Treballs del Inst. Cat. de Hist. Nat.». 1919-1920, p. 130-358. Barcelona, 1920.
- PASTOR (F.).—Tortosa histórica. Las Canteras de Tortosa. La Zuda, n.º 87, página 159. Tortosa, 1920.
- LANDERER (J. J.).—Estudio geológico de la región comprendida entre Tortosa y Castellón. «Ibérica». Vol. XIV, n.º 353, páginas 312-314. Tortosa, 1920.
- PLANAS (J. J.).—Explicación del croquis prehistórico de Tortosa. La Zuda, n.º 97, página 21. Tortosa, 1921.
- BATALLER (J. R.).—Notes per a la geología de la comarca Tortosina. «Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.». 2.ª ser., vol. I, t. XXI, p. 188-191. Barcelona, 1921.
- BATALLER (J. R.).—El Jurásico de la provincia de Tarragona. «Museo de Cienc. Nat.». Serie geol. n.º 29. Madrid, 1922.
- FERNÁNDEZ NAVARRO (L.).—Aguas subterráneas, régimen, investigación y aprovechamiento. «Biblioteca agrícola Española». Madrid, 1922.
- GIGNOUX (M.) ET FALLOT (P.).—Le pliocene marin sur les côtes méditerranées d'Espagne. «Comptes rendus de l'Academie des Sciences». T. CLXXV, p. 281-283. Paris 1922.
- FAURA I SANS (M.).—Les Goles del Ebre. Fulla 43. «Servei del Mapa Geologic de Catalunya. Barcelona, 1923.
- BOFILL I POCH (A.).—Moluscos recollits a Tortosa, Amposta y St. Carles de la Rápita (provincia de Tarragona) en els mesos de Maig de 1920 y 1921. «B. I. C. H. N.». T. XXIV, p. 96. Barcelona, 1924.
- TRICALINOS (J.).—Sobre la teoría de la erosión y la teoría de las grietas. «Ibérica». Vol. XXIV, pág. 253. Tortosa, 1925.

- TRICALINOS (J.).—Desigualdades de los valles de Tortosa. «Ibérica». Vol. XXIII, pág. 93. Tortosa, 1925.
- PAN (I. DEL).—Catálogo descriptivo de una colección histórica de mármoles existentes en el Instituto de Toledo. Toledo, 1926.
- PANZER (W.).—Talentwicklung und Eiszeitklima im nordostlichen Spanien. Frankfurt A. M., 1926.
- GIGNOUX (M.).—Les rivages et les faunes des mers pliocenes et quaternaires dans la Méditerranée occidentale. «Compte rendu du XIII Congrès Géologique International». P. 1.447-1.449. Liege, 1926.
- FALLOT (P.) ET GIGNOUX (M.).—Contribution a la connaissance des terrains neogenes et quaternaires marins sur les côtes méditerranéennes d'Espagne. «Compte rendu de la XIV session du Congrès Géologique International». Madrid, 1927.
- BATALLER (J. R.).—El pliocénico de la provincia de Tarragona y algunas notas sobre el cuaternario fluvial. «Ibérica». N.º 702. 19 noviembre. Barcelona, 1927.
- FALLOT (P.) Y BATALLER (J. R.).—Itinerario geológico a través del bajo Aragón y el Maestrazgo. «Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona». Tercera época, tomo XX, n.º 8, págs. 227-367. Barcelona, 1927.

II

HISTORIA

A Verneuil y Collomb se debe, en el año 1852, la primera indicación sobre el Cretáceo de Tortosa que clasificaron como Neocomiense. En él se citan varios fósiles, en la Cueva del Vidrio, no comprendida en nuestra Hoja, pero sí próxima a ella, y también la *Ostrea Boussingaulti* d'Orb. en Tortosa.

Coquand fué el que primero determinó en sus estudios (principalmente sobre el reino de Aragón) el Cretáceo de Tortosa, incluyéndolo en el Aptiense.

Landerer, en 1872, publicó su primer trabajo geológico, titulado «Monografía paleontológica del piso Áptico de Tortosa, Chert y Benifazá» y en 1874 el titulado «El piso Tenéncico o Urgo-áptico y su fauna».

En ellas proponía, por la extraña facies especial, que presenta el Aptiense en esta región, que se le diera el nombre de Tenéncico por estar muy bien caracterizado en la Tenencia de Benifazá. Cita muchos fósiles de la región de Tortosa.

En 1876 Bauzá, y en 1877 Gombau, publicaron reseñas físico-geológicas de la provincia. Este último habla de una formación marina miocena, que se extiende desde Alcanar a Amposta y que se presenta también en la parte alta de los Castillos de Tortosa, confundiendo, en este terreno nuestro Plioceno y Cuaternario. En el Cretáceo señala tres horizontes.

Publicó posteriormente Landerer dos nuevos trabajos y en ellos determinó más exactamente el Tenéncico o Aptiense, que dividió en cuatro horizontes que son, de abajo a arriba, los siguientes: 1.º calizas con *Natica Piinoni* y *Natica Vilanova*; 2.º arcillas, areniscas, margas con *Vicarya*, *Lujani* y *Nucula impressa*; 3.º calizas y mar-

gas cenicientas con *Orbitolina conica* y *Helectypus similis*, y 4.º arcillas y calizas con *Plicatula placunea* y *Ammonites Deshayesi*. Estableció también, como afirmación interesante, que el discutido fósil *Requienia Lonsdalei* es común a todo el piso y puede servir de precioso dato para apreciar, en general, la edad del piso Aptiense, en nuestra región.

Las formaciones que consideramos en nuestro estudio como pliocenas y cuaternarias, las incluye en el Mioceno, aseveración esta última, que sostuvo con tenacidad hasta su muerte, pues en su póstumo trabajo de 1920 sigue clasificando así los terrenos que rodean a Tortosa.

En 1890 publicó Mallada su obra «Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona» como avance de otra obra más completa de dicha provincia, que nunca dió a la imprenta. Es un trabajo excelente, propio de su admirable labor investigadora. Recogió todos los datos de Landerer y dió otros muchos originales, fruto de sus observaciones. No acepta el Mioceno de los alrededores de Tortosa de Landerer, e incluye todos los terrenos posteriores al Cretáceo, en el Cuaternario y actual.

Font y Sagué, en 1905, fué el primero que citó el Plioceno en la comarca de Tortosa; importantes trabajos posteriores de Bataller sobre la región y otros de Fallot y Faura, han puesto bien de manifiesto que el llamado Mioceno por Landerer y Cuaternario por Mallada, está constituido por dos terrenos distintos, el inferior de arcillas y margas de color amarillo con vegetales fósiles correspondientes al Plioceno y el superior formado de arcillas y pudingas correspondientes al Cuaternario, en el que se presentan terrazas muy notables.

El primer mapa publicado con algún detalle, de la provincia de Tarragona, fué el bosquejo geológico de Martínez Alcibar en 1877. A éste siguió el mapa de la provincia de Tarragona, en escala 1:400.000, que unió Mallada a su trabajo ya citado. A pesar de tratarse de un primer reconocimiento, en líneas generales, se aproxima bastante a la realidad. Este mapa ha servido para la formación del mapa general de España de 1 : 400.000 del Instituto Geológico.

Por último, Faura y Sans en 1923 publicó la interesante hoja 43 del Mapa Geológico de Cataluña en escala de 1 : 100.000 llamada Les Gules de l'Ebre, que comprende una parte de la zona abarcada por nuestra Hoja.

III

FISIOGRAFÍA

La Hoja número 522 del Instituto Geográfico, corresponde a la comarca de Tortosa, entre los meridianos 4º 10' y 4º 30' de Madrid y los paralelos 40º 40' y 40º 50', comprendiendo terrenos de los términos municipales de Tortosa, Roquetas, Santa Bárbara, Godall, Freginals, Masdenverge, Amposta y Perelló, en su agregado de La Ampolla, además de unos 60 kilómetros cuadrados del mar Mediterráneo.

La provincia de Tarragona, ocupada en la mayor parte de sus 6.490 kilómetros cuadrados de superficie por la cordillera litoral catalana, ofrece, desde el punto de vista geológico y geográfico, variedad de aspectos, pudiendo dividirse para su estudio en las cuatro zonas geográficas que consideró el Sr. Mallada:

- 1.º Cuenca del Ebro.
- 2.º Cuencas de las Rieras litorales.
- 3.º Cuenca del Francolí.
- 4.º Cuenca del Gayá.

de las que sólo la primera y segunda afectan a la comarca de Tortosa.

El elemento fisiográfico principal de la Hoja es el río Ebro que la cruza próximamente por el medio.

El Ebro, después de atravesar los terrenos terciarios, que rellenan la gran depresión que lleva su nombre, cruza los terrenos secundarios de la cordillera costera catalana oblicuamente, con dirección media Norte-Sur.

A la salida de Cherta, abandona definitivamente los terrenos secundarios y su curso serpentea entre los materiales cuaternarios que forman los llanos de Tortosa. En Amposta, el curso del río hace una gran curva, tomando dirección Este-Oeste, entrando en su gran delta con un recorrido en él, de 26 kilómetros.

La orografía de la comarca está caracterizada por la formación cretácea de las Sierras del Coll d'Alba y Montsiá, separadas por conglomerados cuaternarios que las recubren en ambas orillas del Ebro, en los que afloran isleos del Cretáceo subyacente y Plioceno, y también por las tierras bajas del delta, de naturaleza arcillosa y con un nivel que no llega a 10 metros sobre el mar. El núcleo cretáceo sigue la dirección general del plegamiento paralelo al litoral, siendo jalones que marcan esa orientación Mola Porquera-Coll d'Alba-Coll Redó y Montsiá-Montsianell, con alturas máximas respectivamente de 471, 384, 253, 760 y 375 metros. Estos montes constituyen la divisoria que reparten las aguas entre el Ebro y el Mediterráneo, directamente.

En la vertiente oriental de Sierra de Coll d'Alba, a partir de cotas variando entre 80 y 160, se extienden, recubriendo el Cretáceo, los conglomerados cuaternarios surcados por barrancos de profundidad decreciente a medida que se acercan a su desembocadura en el delta, o en el Mediterráneo. Los principales de estos barrancos son: los de Cabo Roig, Raconet, Cala María y San Pedro que desembocan en el Cuaternario, que forma la costa entre Morrot de Pedro y el fondeadero de la Ampolla, y los de Uldellop, Gavet, Arroyo de Camarles, de Granadella con sus afluentes el Arroyo de la Font de la Gracia, Vinarop y del Pixadó, que vierten en el delta. Los torrentes de la vertiente occidental, de menos recorrido que los anteriores, desaguan en el Ebro, después de recortar los sedimentos cuaternarios de la orilla izquierda, aunque sus lechos dejan al descubierto el Cretáceo. Los principales son el del Rastro, el de la Leche y el de Font Trencat.

Del Montsianell descienden al Este unos barrancos de poco curso, cuyas aguas pluviales llegan al delta, por cortos barrancos y hacia el Norte, por otros que cruzan al Cuaternario y vierten en el río, siguiendo el arroyo de Amposta, o son afluentes del arroyo de Godall, que reúne parte de las aguas de la Sierra del Montsiá para conducir las al arroyo de la Galera, que con los barrancos de Lladó, del Rue, Hondo, de Chies, del Rincón, arroyo de la Caramella y barranco de la Cervera, llevan al Ebro las aguas de la vertiente Este de Montcaro a través de la Plana de la Galera.

Las aguas procedentes del arroyo de la Caramella, captadas a 15 kilómetros de Tortosa, son las que abastecen a esta ciudad. Brotan en el Secundario, en la escarpada y pintoresca garganta de la Sierra del Montcaro.

Las agrupaciones de población más importantes están enclavadas en las terrazas del Cuaternario y en el Aluvial, y en general a menos de 20 metros sobre el nivel del mar, a excepción de Santa Bárbara cuya altitud aproximada es de 80 metros y Masdenverge a unos 50 metros, sobre conglomerados los dos, y Frexinals a 126, sobre el Cretáceo. Todos los pueblos citados en esta descripción están unidos por el ferrocarril de Tarragona a Valencia y por las carreteras de Tarragona a Castellón de la Plana, que salva el río por puentes en Tortosa,

carreteras de Santa Bárbara a Amposta, de Vinallop a Amposta y de Vinaroz a Venta Nueva, con un puente sobre el Ebro en Amposta, de Tortosa a Gandesa y García y la de Tortosa a la Ermita de la Providencia. Existe además el ferrocarril de Tortosa a la Cava y numerosos caminos carreteros y de herradura que conducen a las casas de campo.

La cuenca del Ebro de 85.835 kilómetros cuadrados (aproximadamente la sexta parte del suelo de España) recoge aguas, de las que llegan al mar anualmente cantidades que aparecen enumeradas en el cuadro siguiente:

AÑO	CAUDALES ANUALES	AFORO MEDIO METROS SEGUNDO
1921	16.031.332.800	508
1922	16.928.793.600	537
1923	17.030.649.600	540
1924	13.758.249.600	436
1925	13.616.035.200	432
1926		

Parte de estas aguas se aprovechan para riego, por medio de dos canales principales, el de la derecha y el de la izquierda del Ebro. El primero toma sus aguas en las proximidades de Cherta, siguiendo un trazado próximo y paralelo al río y desemboca en Buda por la Gola del Sur; el segundo empieza cerca de Tivenys, con recorrido por la margen izquierda, atravesando en túnel la ciudad de Tortosa, para desembocar en el mar, en el extremo del delta por la Gola del Norte. Existen además el antiguo canal de navegación hoy cegado, que partiendo de Amposta llega hasta el puerto de Alfaques en San Carlos de la Rápita, y otros canales y acequias derivados de los primeros o construídos para desagüe y saneamiento del terreno.

Aguas abajo del pueblo de Amposta, donde las aguas del río en régimen normal, están encajadas entre conglomerados y materiales cuaternarios, empieza el delta del Ebro, que con un avance en el mar, hasta el extremo de la Isla de Buda de 26 kms. y un ancho medio de 20 kilómetros, ocupa una superficie de 520 kilómetros cuadrados y está constituido por tierras arcillosas, salitrosas en algunos lugares y ocupadas por estanques o balsas y en otros, cubiertas por arena. Entre el Fangal y Buda, el aire arrastra dicha arena lejos de la costa formando varios cordones de dunas con anchos variables, que suelen desaparecer en invierno, arrasadas por los temporales, pero en verano se alinean normal u oblicuamente a la costa con alturas de 50 cen-

IV

TECTÓNICA

Las partes altas de la zona ocupada por la Hoja 522, están situadas en la estribación oriental de la Sierra Costera Catalana. La más baja está constituída por el delta del Ebro.

La Sierra Costera Catalana tiene una individualidad bien marcada en la estructura geológica de nuestra península y forma un macizo montañoso de unos 280 kilómetros de longitud, que se levanta entre el mar y la depresión del Ebro, con una dirección claramente paralela e inmediata a la costa, con alturas máximas de 800 a 1.000 metros, y con un ancho casi uniforme de unos 30 kilómetros, como término medio.

Esta cordillera de litoral, tiene una dirección media de E. 30° N. a O. 30° S. y solamente en sus extremos se desvía algo de este rumbo; en su límite Norte, en Gerona, tiende a tomar una dirección Este, y en su otro extremo, al Sur de Tarragona, se desvía algo hacia el Sur. Este último cambio de dirección se nota también en la costa, y es precisamente el que da lugar al golfo de San Jorge.

En el límite de la cordillera, la costa pierde su paralelismo con ella, y de la dirección E. 30° N. pasa a la N. S., cortando normalmente a la sierra, así como también a la cordillera Pirenaica y a la depresión existente entre las dos, prolongación de la del Ebro.

La cordillera costera catalana, es la más oriental de las tres grandes zonas de plegamientos orientados de SO. a NE. de la Península, según hizo observar Macpherson. Conviene también hacer resaltar que la dirección de este plegamiento litoral, es tal vez el predominante en la estructura tectónica de España, y que esa dirección tienen la cordillera Bética, las sierras de Guadarrama y Gredos, las de los Montes de Toledo y la que parece una las islas Baleares.

toda la serie jurásica, desde el Lías al Kimeridgiense; este último ha sido hallado en los puertos de Tortosa.

Durante la época del Cretáceo inferior, el mar invadió toda la zona ocupada por estos depósitos en una gran transgresión.

Los materiales depositados cubren en el final de las sierras ibéricas y en la del litoral, a la mayor parte de los depósitos de terrenos anteriores. Estos materiales pertenecen, en general, a mares poco profundos, como lo indican los niveles fosilíferos de *Toucasia*, *Orbitolina* y *Vicarya*. Alternan con estos depósitos marinos otros continentales, constituídos por arenisca, arenas y margas abigarradas.

No se conocen el Cretáceo superior, ni el Eoceno, Oligoceno y Mioceno en la zona de Tortosa, así que desde el Aptiense hasta el final del Terciario, los terrenos comprendidos en la Hoja 522 debieron estar emergidos. La erosión debió ser intensa y es el elemento que más debió influir en dar a las tierras de Tortosa su relieve actual.

Los plegamientos que sobrevinieron después de la formación del Cretáceo inferior, y que obedecen a una dirección paralela a la costa, los colocan Fallot y Bataller en edades comprendidas entre el Estampiense superior y el Tortoniense. Marín, en los estudios de la depresión del Ebro, colocó los movimientos que afectaron al Oligoceno en ese mismo período de tiempo. Almera y Vidal los consideran miocenos.

Los movimientos post-burdigalienses son bien claros en Cataluña, puesto que han afectado a las capas burdigalienses de Olérdola y al Mioceno de Villafranca del Panadés.

Según los estudios de Royo Gómez, Dereims y Fallot, existen movimientos post-pónticos en las cordilleras ibéricas y en algún punto del litoral mediterráneo.

Ahora bien, estos movimientos no son pirenaicos, son esencialmente alpinos y, por consiguiente, la cordillera del litoral y el Pirineo obedecen a causas muy distintas, como lo indican su edad, dirección y, por tanto, los empujes que la motivaron. Así lo hizo ya observar Vidal en la obra «Geografía general de Cataluña».

En el Plioceno de Tortosa se marcan las tres facies: continental, marina y salobre. En un trayecto de 100 metros se pueden ver depósitos correspondientes a la serie completa. Si se unen las manchas del mapa de este terreno, se puede marcar bien el límite de las costas pliocenas, coincidiendo, en general, con lo observado en todo el litoral, donde el mar plioceno invadió ensenadas y depresiones, alcanzando un nivel de unos 100 metros con relación al nivel actual del mar.

En algunos sitios, el Plioceno presenta sus bancos algo plegados, y nos parece que este accidente puede tener relación con los movimientos del final del Plioceno o de la aurora del Pleistoceno, que fueron motivo de la formación del Estrecho de Gibraltar y de la separación de las Baleares de la Península. En todo el litoral mediterráneo

se ven fallas y desgarramientos en los terrenos terciarios, que pueden tener la misma causa y que ya fueron señalados por Almera y otros geólogos.

Los depósitos cuaternarios, formados por conglomerados y arcillas, forman unas preciosas terrazas fluviales, que se extienden en grandes superficies. En nuestra zona se ven dos bien claramente, una de 20 y otra de 40 metros de altura aproximada.

Su origen puede explicarse por la retirada de la línea de costa, lo que se traduce, dentro del continente, en un rejuvenecimiento del perfil de los ríos y, por consiguiente, en el acrecentamiento del ciclo erosivo, hasta llegar a un perfil de equilibrio.

Los movimientos epirogénicos se marcan bien en la región de Tortosa y dan lugar a un descenso de las costas con relación al mar, como se demuestra por el hecho de que los depósitos cuaternarios continentales están invadidos por el mar, estando tres o cuatro metros más hondos que el nivel del agua; lo que marca la amplitud del movimiento.

Como resumen, se puede manifestar que la zona de Tortosa está comprendida en la cordillera costera, con plegamientos según la dirección E. 30° N., o sea igual a la de la cordillera Bética, obedeciendo a movimientos alpinos viniendo del S. SE., lo que ha inducido a suponer a Staub que la cordillera Bética es la prolongación de la cordillera alpina a través de las Baleares, y que la cordillera costera catalana es un pliegue de los que él llama tierras marginales, pliegue que no se une al Pirineo, sino que une a Los Mauros, describiendo un arco igual al de las Baleares, suponiendo la existencia de un pilar o escudo corso-cerdeño-ibérico. Un pilar semejante vemos nosotros también en los terrenos cubiertos por el Terciario en la depresión del Ebro, que pudiera dar lugar a que la cordillera ibérica y la costera fueran una misma, como parece que indica el que ambas fueran arrugadas durante una misma época.

También podía verse, en el sincronismo de los pliegues de estas dos sierras, una virgación, siguiendo las teorías de Argand, pero a esta hipótesis hacen la objeción Fallot y Bataller de que no se ven los pliegues en curva, tan característicos en esta clase de fenómenos, en el ángulo que forman las dos referidas cordilleras, a más de que los empujes actúan en sentido contrario de como lo harían si se hubiera producido dicha virgación.

ESTRATIGRAFÍA

La estructura geológica del terreno comprendido en esta Hoja es sumamente sencilla, por la uniformidad de las sedimentaciones y por su reducido número, no hallándose en toda su extensión formación hipogénica alguna. Los terrenos sedimentarios que comprende son el Cretáceo, el Plioceno, el Cuaternario y el Aluvial, los cuales vamos a describir por separado.

Cretáceo.—El terreno cretáceo ha sido objeto de diversas monografías, citadas en la nota bibliográfica que encabeza esta Memoria. Su estudio, aunque parece sencillo, ha suscitado diversas polémicas sobre su verdadera colocación estratigráfica, dada la facies especial que, a veces, presentan sus tramos. El Urgoniense es hoy considerado como una facies, que puede aparecer a diversos niveles, ya en el Barremiense, ya en el Aptiense inferior, ya en los dos a la vez.

El conjunto de la formación cretácea que comprende la presente Hoja, ha de colocarse en el Aptiense, sin que llegue al Albiense, ni baje al Barremiense típico.

En casi todo su conjunto es marino, con gran predominio de calizas de facies urgoniense, siendo rarísimos los *ammonites*, de los que cita Mallada el *Ammonites Vilanova* Coquand en el Coll d'Alba en las inmediaciones de Tortosa, atribuido al Aptiense.

Apenas hemos encontrado, en ningún paraje, los bancos de *Orbitolina*, que tan bien caracterizan ciertos tramos del Cretáceo inferior, presentándose en diversos bancos calcáreos, como se ha comprobado por el estudio micrográfico.

Los niveles de *Plicatula placunea* y *Parahoplites Deshayesi*, del tramo superior del Tenécico de Landerer, no se han encontrado en esta Hoja.

Constituye una zona característica, el llamado nivel de *Nalica*, particularmente abundante en los niveles margosos de las inmediaciones de Tortosa. En conjunto, el Cretáceo de esta región presenta una fauna bastante local, con caracteres algo afines con la de Texas en América, según Mlle. Gillet.

Los principales manchones cretáceos que enumeraremos brevemente, se hallan en el Norte y Sur de la zona de la Hoja.

MANCHÓN DE FREGINALS.—Constituye esta mancha cretácea una de las zonas montañosas meridionales, cuyo punto culminante es el Montsiell.

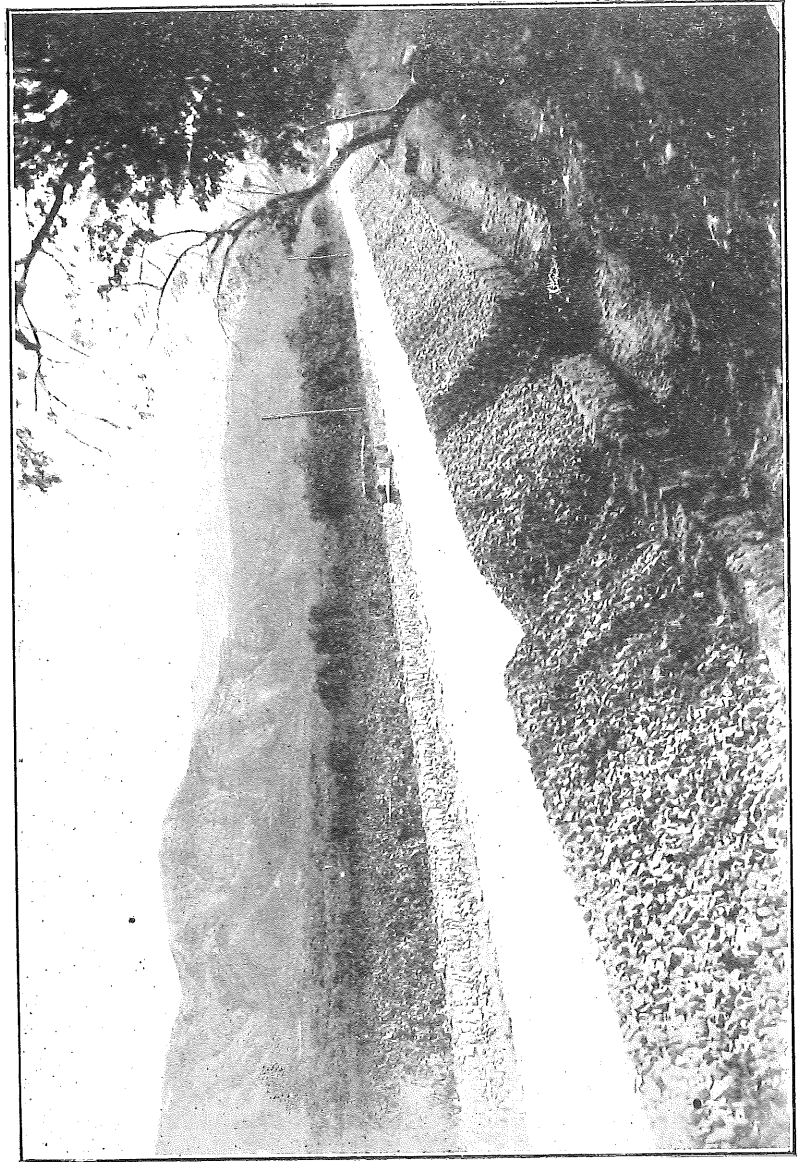
Su extensión superficial es de unos 16 kilómetros cuadrados.

En el trayecto del pueblo de La Galera a Freginals, después de dejar el conglomerado cuaternario en que se asienta el primer pueblo, pasado el barranco de Godall, se presentan enseguida los bancos calizos compactos urgonienses muy poco dislocados, notablemente erosionados y formando bellos *lapiez* en la parte baja de la ladera; en el paraje llamado Masets (Caminets), no muy lejos del collado que separa la Galera de Freginals, se hallan, por encima de estas calizas, unos niveles arcillosos cenicientos, intercalados entre unas areniscas amarillentas finísimas con hiladas de arenisca muy micácea, idéntica a los bancos que en formación similar se encuentran hacia Benasal, pertenecientes también al Aptiense; las arcillas son objeto de una activa explotación para alfarería.

En los niveles arenosos son frecuentes grandes nódulos de limonita, con manifiesta estructura concrecionada, que al alterarse colorean intensamente las capas arenosas muy disgregadas, en las que se observa gran cantidad de mica blanca, destacando mejor en las hiladas de arenisca; la parte más superior del depósito presenta numerosas vetas de caliza blanca, que ha rellenado con posterioridad las grietas. De pronto, las arcillas y bancos de arenisca pasan a la posición vertical, poniéndose en contacto nuevamente con las calizas por una falla que viene orientada sensiblemente de Este a Oeste y que puede seguirse desde Godall al Coll de la Creu, donde vuelven a encontrarse las arcillas, explotadas también para alfarería, en el horno que hay en el Collado.

Siguen dominando los bancos de caliza, con hiladas arcillosas hasta casi la cumbre del camino, que baja luego rápidamente por la vertiente de Freginals sobre uno de estos bancos; a unos 15 metros sobre la carretera se ven nuevamente las margas arenosas amarillentas. En el kilómetro 186,6 es cortado el Cretáceo por la carretera, muy cerca del horno del Coll de la Creu, poniéndose por debajo de las areniscas amarillentas los bancos de caliza con *Toucasia*; este manchón se continúa hasta el kilómetro 184, quedando luego recubierto por el Cuaternario travertínico, que va adquiriendo espesor hacia el Norte. En las canteras de arcillas, inmediatas al Coll de la Creu, se observa un

TORTOSA



HOJA N.º 522

For. 2. — Extremo de la Sierra del Montsiá, perteneciente al Cretáceo desde la carretera de Tortosa, junto a Freginals; la parte baja del valle está rellenada de Cuaternario.

buzamiento general hacia el Noroeste, que contrasta con el del macizo de Godall y fondo de Freginals, cuyos estratos se inclinan al Este y Oeste respectivamente, lo que parece indicar la presencia de un amplio sinclinal cuyo eje va de Norte a Sur aproximadamente; dentro del valle se hallan las calizas compactas con *Toucasia* y abundantes políperos que no es posible separar de la roca, situándose por encima el nivel margoso amarillento que puede verse desde el kilómetro 173,6 al 173,1 de la vía férrea. En la parte más septentrional se observan ya buzamientos al Noroeste, sin duda relacionados con el accidente anotado en las arcillas de La Galera.

Subiendo a Freginals, y en dirección a San Carlos de la Rápita vuelven a encontrarse las calizas de *Toucasia*, siguiendo el buzamiento general de la mole del Montsiá hacia el Sureste; por el pueblo y hacia el camino de Los Bufadores se encuentran las margas amarillentas con Ostras pequeñas, habiéndose reconocido la *Liostrrea Leymeriei* Desh. y la *Exogyra minus* Coq., y por debajo un banco calizo brechoide de poco espesor; por encima del Calvario de Freginals se observa un banco, también delgado, con *Orbitolina* y calizas zoógenas; en la vertiente de Masdenverge, junto al camino mismo, aparecen en las margas arenosas amarillentas hiladas con grandes *Nerinaea*; en el macizo destacado del Montsiá, que forma el Montsianell, hemos anotado el buzamiento general al Sureste dentro de las formaciones y en la zona periférica al Noroeste, lo cual parece indicar una cierta desviación del eje anticlinal, que no podemos afirmar sin un estudio más detenido del conjunto del macizo que forma parte de la hoja inmediata.

Hacia Amposta, el Cretáceo baja pausadamente hasta quedar recubierto por el conglomerado cuaternario y por el lado de San Carlos de la Rápita atraviesa la carretera más al Norte del kilómetro 25, sin que le recubra el conglomerado cuaternario y en el Mas de Pucheron, en las inmediaciones de la Balsa de la Esclusa, desaparece bajo el Aluvial del Ebro y la turba. No dejan de encontrarse, en este manchón varios isleos de cuaternario de carácter aluvial, que adquieren mayor importancia hacia el lado de Freginals y forman depósitos regulares de arcillas rojas cortadas por la carretera y el ferrocarril.

De la parte superior del barranco de Cabiscol procede la caliza compacta blanca y apenas sin fósiles de que están contruidos los pilares del puente colgante, sobre el Ebro, en Amposta.

MANCHÓN DE MASDENVERGE.—Esta mancha apenas presenta relieve, ofreciendo las alturas máximas de unos 100 metros hacia el Oeste del pueblo; su extensión llega a unos cinco kilómetros cuadrados; su perímetro es sensiblemente rectangular, siendo la dirección de su mayor longitud la de Norte-Sur. Desde la carretera de Castellón, se nota perfectamente cómo destaca esta cresta por encima de los planos horizontales de conglomerados que la circundan; por el Sur afloran los depósitos calcáreos en las inmediaciones de la carretera de Amposta

a Santa Bárbara y por el Norte queda limitada la formación inmediata al Ebro en La Carroba, cuya torre se asienta en uno de los montículos más avanzados sobre el río, destacando por su color blanquecino, en el fondo oscuro de los conglomerados cuaternarios.

Siguiendo la carretera de Amposta a Santa Bárbara, se encuentran las primeras hiladas cretáceas en el kilómetro 2,8 con calizas de pequeñas *Toucasia* en la base y margas amarillentas en la parte superior que buzan al Suroeste; en el kilómetro 4, reaparecen los bancos de caliza blanca, que continúan medio kilómetro más, hasta quedar recubiertos por los conglomerados y niveles arcillosos poco antes de llegar a Masdenverge; en dirección a La Carroba, a partir de la carretera, los bancos calizos cretáceos continúan sin interrupción más de 500 metros, quedando recubiertos luego por derrubios del mismo terreno con muy poco espesor en las hondonadas; reaparecen por debajo de las margas amarillas superiores las calizas cretáceas en gruesos bancos.

En el valle inmediato a La Carroba por el Sur, quedan manifiestas las calizas de *Toucasia* en el fondo y en las laderas, estando formado el promontorio por otro tipo de caliza blanca cristalina, que puede verse en el corte que hay al pie de la antigua torre; hemos anotado en este paraje buzamientos al Noroeste.

Todo este crestón, aunque presenta diversas inclinaciones de detalle, puede considerarse como continuación del eje anticlinal señalado en las inmediaciones de Freginals; no parece llegar al corazón del mismo el conglomerado cuaternario que, con poco espesor rellena, sin solución de continuidad, hasta las faldas del Montsianell y partida de las Amelles, por donde pasa el camino que va de la Galera a Amposta. Los derrubios cuaternarios que recubren esta formación no llegan a constituir conglomerados y por su escasísimo espesor no se han figurado en el mapa.

MANCHÓN DE REDONDO.—Llamamos así a un pequeño isleó cuyo punto culminante es el índice geodésico así denominado en el mapa geográfico. Su extensión es de unos tres kilómetros cuadrados solamente, y su orientación general viene a ser también de mediodía a septentrión: su perímetro es muy recortado y lleva adosadas formaciones terciarias y cuaternarias. Comienza junto al Ebro y llega a las proximidades de la venta del Ranchero; a la altura de este último paraje se halla un pequeño isleó de conglomerados que lo recubre. Por debajo del índice geodésico y en la vertiente de mediodía, se encuentra una caliza oscura, con elementos algo cristalinos que se ha explotado temporalmente como material de construcción; el buzamiento general desde el Ebro hasta cerca de la vía férrea es hacia el Noroeste; en la trinchera se hundían hacia el Sureste las capas de caliza mármorea, utilizadas como balasto; esto induce a creer que exista aquí un pequeño anticlinal muy aplanado y disimétrico; en el corte dado por

la vía queda limitado el Cretáceo a unos 300 metros, encontrándose a ambos lados el Plioceno en contacto inmediato, desde el kilómetro 201,4 al 201,7.

MANCHÓN DE TORTOSA.—Es el de mayor extensión superficial, que no baja de 70 kilómetros cuadrados, y comprende la parte más montañosa de la Hoja. Su mayor anchura es, por la parte extrema, de unos 12 kilómetros (Este-Oeste) y hacia el Sur, de unos 8 kilómetros de largo (Norte-Sur). Este manchón es sensiblemente de forma triangular y está limitado, a poniente y levante, por los depósitos de conglomerado cuaternario.

Por cualquier valle que se siga de los alrededores de Tortosa, a pocos metros, aparece en la base el Cretáceo, cuyo buzamiento no es muy uniforme, dominando una orientación general de los estratos del S.-SO. al N.-NE., con buzamientos al Noroeste y Sureste.

A un kilómetro del Ebro, en el Barranco de las Monjas, inmediato a la Costereta Blanca, aparecen las calizas cretáceas con buzamiento al SE., soportando un banco con pequeñas *Toucasia*; a unos 100 metros sobre el río, se descubre por completo el Cretáceo, que presenta, en la llamada Costereta del Burrero, varios tramos de margas blancas.

En el barranco del Raval de la Llet, a sólo diez metros sobre el torrente, se encuentra la primera cantera de calizas, formada por los bancos de *Toucasia*; una de las más importantes es la llamada de La Cinta, empleándose sus materiales para construcción, ruedas de molino, etc., con bancos que buzan 20° al NO. De este barranco procede la gran variedad de mármoles que se han utilizado, como elemento decorativo y suntuario en diversas construcciones antiguas como la Catedral de Tortosa, el Templo del Pilar, etc. El límite del Cretáceo por todo el meridiano de Tortosa, es una línea muy sinuosa, porque la erosión hace aparecer bruscamente, en la base de los conglomerados, las formaciones anteriores. Sin embargo, hacia el mediodía, se encuentra un marcado saliente a la altura de la Ermita de la Petxa, asentada sobre las calizas cretáceas que llegan hasta la vía férrea, sin estar recubiertas por el conglomerado inmediato, reducido en este paraje a estrechos isleos, próximos al kilómetro 163. Forma este saliente la última estribación de los serrijones del Coll Redó; desde la Ermita hasta las inmediaciones del kilómetro 162 de la carretera, parece disponerse el Cretáceo en amplio sinclinal, cuyo eje va probablemente dirigido de O. NO. a E. SE., encontrándose en el fondo unos niveles margosos amarillentos, con restos fósiles muy fragmentados. La carretera corta algunos bancos calizos y margosos entre el kilómetro 163,3 y 163,2, al dejar el llano y ganar el nivel de la terraza, observándose muy pronunciado buzamiento en los estratos al Norte Noroeste. Desde el kilómetro 162 hasta cerca de la Ermita de San Onofre, el límite del Cretáceo es también una línea sinuosa que en algunos puntos es difícil de señalar, por encontrarse potentes bancos travertí-

nicos, formados a expensas del Cretáceo y difíciles de distinguir; en general el límite va entre las cotas de 80 y 100 metros, lo mismo que en el camino del Coll de Santa Catalina.

La sucesión estratigráfica de la formación cretácea del macizo de Tortosa, puede observarse subiendo de Tortosa al Coll d'Alba, que constituye uno de los puntos más elevados de esta Hoja.

Siguiendo el barranco del Rastro, después de atravesados los depósitos terciarios que circundan el valle, afloran los bancos calizos con *Toucasia* alternando niveles margosos, en general de poco espesor, y calizas amarillentas. En los bancos margosos hemos reconocido la presencia de *Heteraster oblongus* Brong., *Chlamys dertosensis* Land., *Strombus Navarroi* Land., *Phasianella Coquandi* Land.

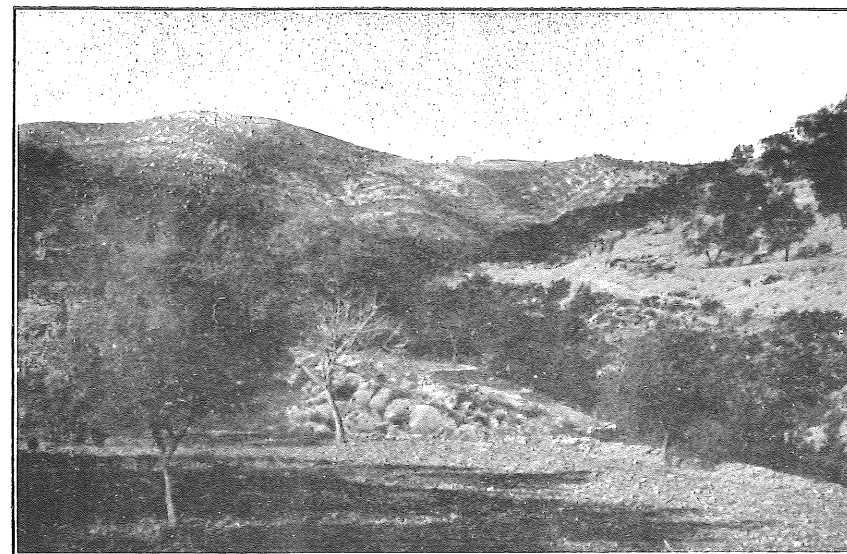
Hasta la Ermita se encuentran sucesivamente: arcillas, arenas arcillosas, caliza ferruginosa (2 metros), caliza compacta (3 metros), arcillas y margas (30 metros), caliza verdosa.

En las inmediaciones de aquélla, se han encontrado: *Operculina Cruciensis* Pit et Ren, *Pentacrinus neocomiensis* Desor., *Pteroceras aptiensis* Land., *Natica eremitica* Land., *N. Larteli* Land., *Venus robinaldina* d'Orb.

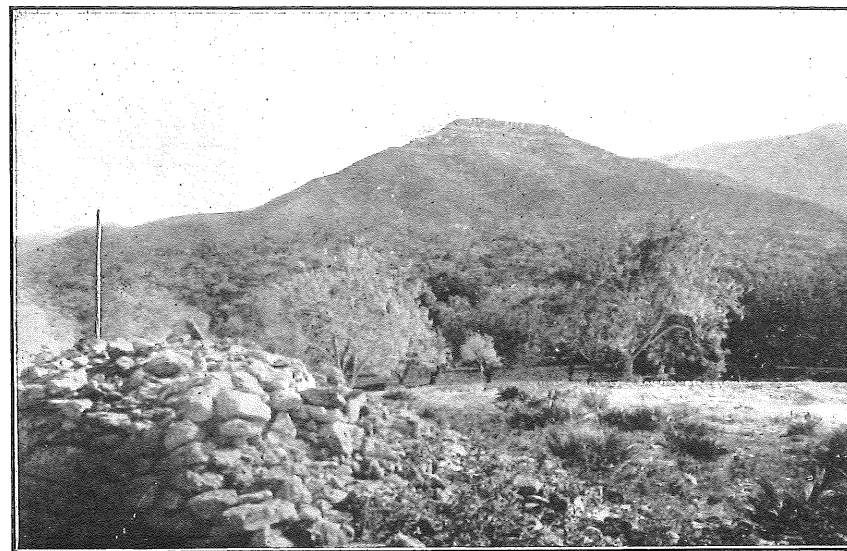
Pasando la Ermita de Nuestra Señora de la Providencia, se repite un banco de *Toucasia* en una caliza muy blanquecina que soporta un banco arcilloso; al pie de un horno de cemento inmediato al camino se hallan unas hiladas margosas blanquecinas con pequeños moluscos; por encima de la cantera en que se explota una marga azulada del tipo de las de Vallcarca y La Vall (Barcelona) se observa un buzamiento manifiesto al Sureste: en este paraje se ve, en pequeño detalle, las fracturas que afectan estas formaciones, con discontinuidad de los estratos. Un banco arenoso pardo con ostras y formas que recuerdan los *Fucoides* se dispone por debajo de los niveles arcillosos fosilíferos que dominan la parte más alta de la formación, en las crestas de Coll d'Alba, con hiladas de margas amarillentas y calizas de color gris oscuro, que se desarrollan hacia el Mas de Cuello y Cruz de Coll d'Alba.

En los estratos próximos a la ermita de Coll d'Alba hemos recogido *Heteraster (Spatagus) oblongus*, *Scalardia Coquandi* Land., *Ecogyra Boussingaulti* d'Orb., *Anomia refulgens* Coq.

En los bancos margosos que se extienden de la Mola Porquera a Coll Redó por el Coll y Cruz d'Alba se hallan además *Ostrea cassandra* Coq., *Liostrea praecursor* Coq., *Lima Cottaldina* d'Orb., *Thracia Lorieri* Coq., *Sphaera corrugata* Sow., *Cardium cottaldinum* d'Orb., *Pholadomya Collombi* Coq., *Panopea cylindrica* Pic.-Ren., *Natica Fitae* Land., *N. Lamberti* Land., *N. bicallosa* Land., *N. hugardiana* d'Orb., *N. Coll-Albae* Land., *N. calix* Land., *N. similimus* Chofat, *N. pyriformis* Land., *Nerilopsis navis* Land., *Vicarya Lujani* Vern., *Pseudomelania aptiensis* Land. Muchas de estas especies se han descrito sobre moldes, lo que da un valor muy relativo a este material paleontológico.



FOT. 3.—El Cretáceo inferior de Coll d'Alba (Tortosa).



FOT. 4. — El Montsianell de edad cretácea visto desde el camino de Freginals a Amposta.

En la vertiente de Perelló, los bancos calizos subyacentes forman bruscos acantilados, con buzamiento uniforme hacia el N.-NO. hallándose en el fondo del valle las calizas compactas marmóreas de tonos claros. Los niveles margosos y arcillosos amarillentos fosilíferos se encuentran también en el fondo del barranco de Baiges hacia la terminación oriental del manchón; atravesado el torrente y en dirección a la Ampolla se hunde suavemente la formación hacia el Sur-Suroeste.

Cerca de La Ampolla y a un kilómetro al Sur del Hostal de la Mosca, cita Mallada un pequeño asomo de caliza marmórea, anteada, amarillenta, rojiza y violada como la de los alrededores de Tortosa, que no hemos podido encontrar.

Entre las potentes masas de conglomerados cuaternarios, que forman los extensos llanos de la parte central superior de la Hoja, se encuentran algunos afloramientos cretáceos de reducida extensión.

A unos dos kilómetros de la Venta del Ranchero, en el camino del Hostal de Don Ramón, aflora el Cretáceo en bancos calizos compactos y a los que siguen, inferiormente, otros margosos y en el barranco del Pixadors, debajo de unos bancos de calizas tabulares de colores claros, se hallan arcillas hojosas, azuladas y casi horizontales.

CORTE GEOLÓGICO DEL CRETÁCEO EN EL CAMINO DEL HOSTAL DE DON RAMÓN



1. Terraza cuaternaria.—2. Calizas aptienses.—3. Arcillas aptienses

Al Sur de las casas de Vinaxarop se encuentran las calizas cretáceas, que se emplean para obtener cal, acompañadas de las margas y arcillas amarillentas que presentan mayor desarrollo hacia el Norte, en el fondo del barranco.

Más al Norte destaca del llano del Bif un pequeño promontorio que llega a los 217 metros y en cuya ladera septentrional está situado el Hostal de Don Ramón. Esta prominencia está toda ella formada por calizas compactas sumamente erosionadas en las que no hemos podido encontrar ningún fósil: su extensión es mucho mayor que la de los isleos de Vinaxarop y barranco de Pixadors.

Plioceno.—De la serie de depósitos terciarios, adosados a los macizos secundarios todo lo largo de la Cadena Costera Catalana, así

como en diversas regiones de Levante, sólo se encuentran, en esta zona, los últimos sedimentos correspondientes a la parte inferior del Plioceno, en el sentido dado por los geólogos modernos, es decir, que sólo existe la representación del Astiense, con sus margas amarillentas típicas.

El atribuir los depósitos arcillosos al Plioceno, se funda en su fauna marina y como complemento, en los restos de vegetales encontrados en varios parajes de esta comarca.

Es preciso recordar algunas notas históricas relativas a la presencia del Plioceno en la desembocadura del Ebro.

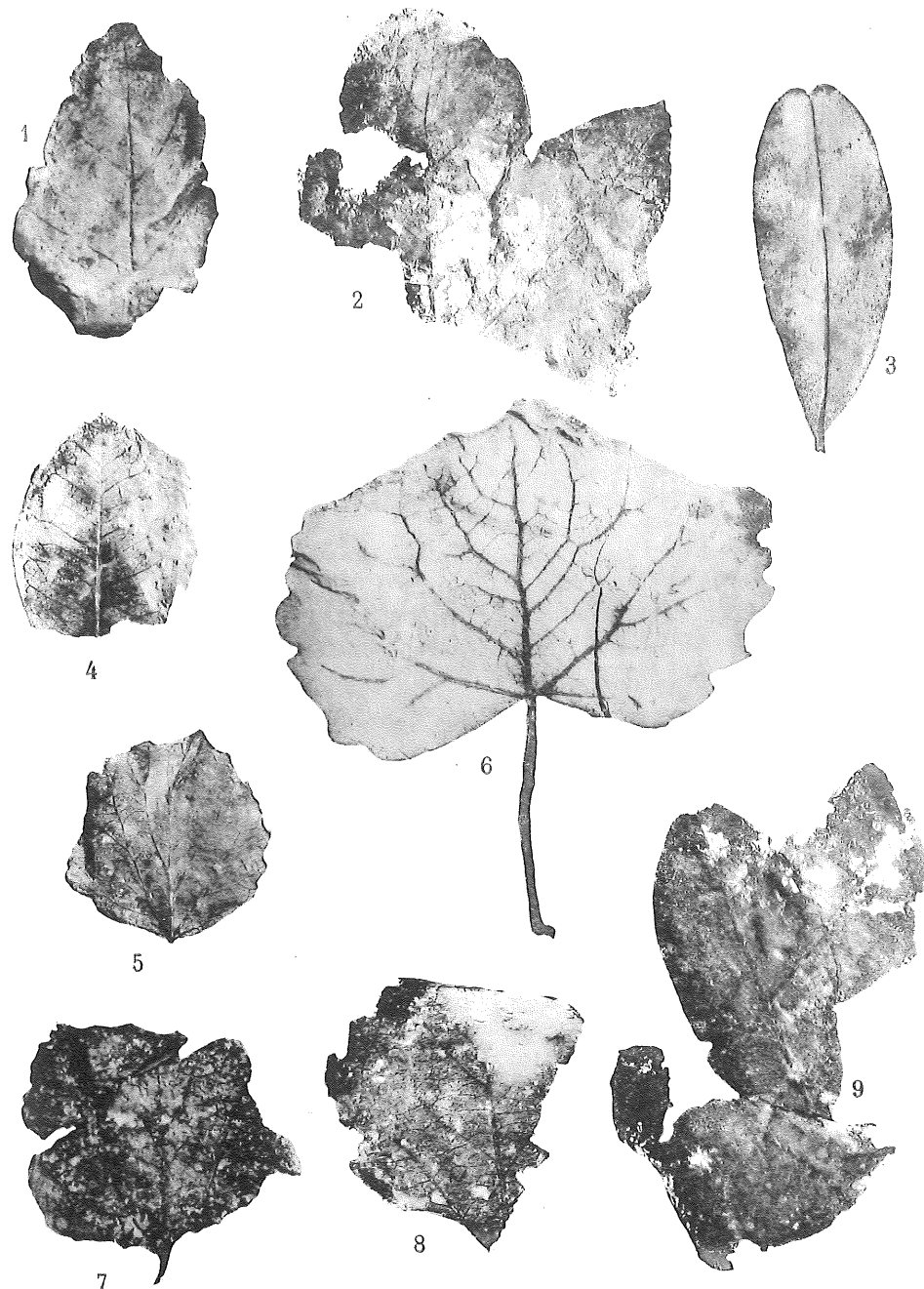
Existen, por debajo de los conglomerados cuaternarios, ciertos depósitos de arcillas calcáreas finas, de la base de la formación y arenas con gravas, en tramos de espesor variable, en un nivel medio. Estos dos niveles, atribuidos por Landerer al Mioceno, son del Plioceno, y el manto de conglomerados que los recubre, que también suponía Mioceno, es Cuaternario.

La edad asignada a los tramos en cuestión, nos parece clarísima. Los depósitos pliocenos marinos de la línea de costa catalana, han sido objeto de estudio muy detenido, en cuanto a su estratigrafía y paleontología, por el Dr. Almera, por el Sr. Bofill y Poch, y además por Cossmann en su «*Essai de Paléoconchologie comparée*», que considera, no con completo acierto, algunos yacimientos pliocenos como aquitanienses. En la provincia de Gerona, por Vidal y Chia, y en la de Barcelona, por los geólogos antes citados, se ha reconocido muy claramente la existencia del Plioceno en sus pisos Plasanciense y Astiente. La presencia de dichos terrenos en la de Tarragona ha suscitado siempre dudas. Landerer, en 1877 y 1880, describe como miocenos los tramos terciarios superiores de Tortosa, dando una lista de vegetales fósiles determinados por él.

En su interesante tratado de «*Geología y Paleontología*», habla de la cuenca terminal del Ebro entre Tortosa, Xerta y Roquetas, perteneciente al Mioceno superior, integrada por arcillas, gravas, arenas con espesor variable y depósitos de pudingas. En el barrio del Rastro de Tortosa, las arcillas contienen restos de especies vegetales, idénticas, dice, a las encontradas en las floras de Oeningen y Vaquières, Schosnitz, Bilin, como *Populus betuloides*, *Acer triangulilobum*, *Viburnum assimile*, *Osmunda bilínica*, asociados a *Cyclostoma elegans* y *Planorbis crasus*; el primero de los cuales se encuentra también fósil en Libros y aun vive en el país, y los otros se encuentran también en el mismo yacimiento mioceno.

La tesis de Landerer se apoyaba, pues, en material paleontológico: cabía el reparo de que en la flora aparecían mezcladas formas de diversos niveles del Mioceno y ninguna de las especies se había reconocido en el Plioceno de Barcelona, estudiado por el Dr. Almera, con el reverendo Boulay de Lille y el marqués de Saporta.

Mn. Font y Sagué en el «*Bulletí de l'Institutió Catalana d'Historia*



PLIOCENICO DE TORTOSA

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. <i>Cinnamomun Scheuchzeri.</i> | 5. <i>Populus mutabilis.</i> |
| 2. <i>Acer opulifolium pliocenicum.</i> | 6. <i>Populus latior transversa.</i> |
| 3. <i>Bumelia sp.</i> | 7. <i>Populus alba pliocenica.</i> |
| 4. <i>Persea sp.</i> | 8. <i>Populus tremula pliocenica.</i> |
| | 9. <i>Ilex sp.</i> |

Natural», publicó una nota sobre la presencia del Plioceno en la comarca de Tortosa.

El mar plioceno, dice, bordeaba la costa catalana, pero con un nivel superior en más de 100 metros al actual, entrando en el continente por todas las cuencas entonces existentes. La cuenca del Ebro estaba ya formada y el mar ocupó su parte inferior, depositando los sedimentos recubiertos luego por el Diluvial. Aflora el Plioceno en la misma Tortosa, bajo las murallas, en una arcilla entre bancos de arena finísima.

El material recogido por Odón de Buen, idéntico al del torrente de Can Albareda de Esplugas, clasificado por Mn. Font y Sagué, contiene: *Populus latior*, Al. Braum, *Platanus aceroides*. *Fraxinus*. *Robinia* ?

Ulteriores investigaciones facilitarán nuevos datos para determinar con precisión a qué piso, dentro del Plioceno, pertenezcan las arcillas del subsuelo de Tortosa.

M. Gignoux y P. Fallo, en su estudio sobre el Plioceno marino de las costas mediterráneas de España, citan el pequeño golfo de la desembocadura del Ebro en los tiempos pliocenos y afirman que, a unos cinco kilómetros al Sur-Sureste de Tortosa, en la margen izquierda del río, se encuentran los aluviones de las terrazas cuaternarias, recubriendo las arcillas azules y arenas amarillas que destacan sobre el Cretáceo, atribuidas, por el Dr. Faura, al Plioceno; pero río arriba, pasada la esclusa, en dirección a Mora, este terreno presenta, sin duda, carácter de rellenamiento continental.

Las formaciones terciarias de Landerer lo son sólo en parte del Plioceno y no del Mioceno.

La gruesa capa de arcilla que pasa a marga roja del mismo nivel, es cuaternaria; la arcilla margosa y apelmazada de color amarillento que es el nivel en que Landerer escogió los vegetales fósiles es pliocena.

Las capas de pudingas, con espesores de 10 a 15 metros, dispuestas sobre las arcillas y margas rojas, son cuaternarias.

Las riberas del mar plioceno, según común sentir de los geólogos, eran por término medio, en nuestro mediterráneo, unos 100 metros más elevadas, de modo que, siguiendo la curva actual de 100 metros, obtendríamos la recortada línea de costa pliocena. A ese nivel tenemos en toda la costa catalana una serie de golfos de grandes dimensiones, hoy cegados por aluviones, en el Ampurdán, bajo Llobregat, Francolí y cuenca baja del Ebro, bordeando siempre los macizos antiguos; ya paleozoicos y secundarios en el Ampurdán; ya paleozoicos, secundarios y terciarios en el bajo Llobregat; ya secundarios solamente en la cuenca baja del Ebro. Siguiendo este perfil montañoso, que limitara el Plioceno, cuyos sedimentos rellenan los grandes llanos del Ampurdán y bajo Llobregat, debían también rellenar el bajo Ebro, que nos presenta el mismo carácter de formación.

La facies de este Plioceno es en todo idéntica a las de las otras co-

marcas en que se ha reconocido; a esto puede oponerse el carácter de la flora recogida por Landerer, atribuída al Mioceno sin precisar nivel alguno del mismo; en general, la flora no da tipos suficientemente característicos para determinar un terreno, y en nuestro caso las formas citadas son más pliocenas que miocenas; pero Mn. Font y Sagué, en su determinación da cuenta del *Populus latior* y *Populus aceroides*, especies oligocenas que llegan hasta el Plioceno.

El hallazgo de nuevos ejemplares, o la revisión de los encontrados anteriormente, sería la única solución de esta dificultad.

Si este nivel fuese mioceno podía estar plegado, como se encuentran ciertos depósitos del Mioceno más superior.

En exploraciones hechas posteriormente, se ha reconocido el Plioceno marino típico, correspondiente al Astiense, recubierto también por las terrazas cuaternarias. Por la manera en que se encuentra, no hay duda que forma una faja casi continua desde Tortosa hasta cerca de la estación de Amposta, bordeando todos los montículos cretáceos. El paraje más elevado en que lo hemos reconocido, está cerca de la ermita de San Onofre, cerca de la carretera de Castellón a Tarragona, donde afloran las margas amarillas astienses con hiladas arcillosas del mismo color y de gran espesor. Hoy son objeto de activa explotación para alfarería en unas tejeras, cerca de la estación de Amposta; el afloramiento tiene más de 200 metros a lo largo de la carretera. En una excursión realizada juntamente con el Dr. Depéret, decano de la Universidad de Lyon, pudimos recoger: *Cardium partschi* Meyer, *C. aculeatum* var., *perrugosa*, *Corbula gibba* Olivi, *C. revoluta* Brocchi, *Cytherea rudis* Poli, *Syndesmya rhodanica* Font, *Schizaster major* Desor, que indica el Astiense típico. En la misma estación de Tortosa se encuentra un pequeño afloramiento con margas y una arenisca de grano grueso.

Los depósitos pliocenos de la Hoja, se hallan todos ellos en la ribera izquierda del Ebro, desde la ciudad de Tortosa hasta el paralelo de Amposta-Aldea. Primitivamente formarían un manchón estrecho, continuo, pero actualmente, debido a la erosión, sólo se encuentran reducidos isleos, al pie y a lo largo del gran manchón cretáceo que hemos llamado de Tortosa.

En la parte Norte de la ciudad, al lado de la carretera de Garcia, en un pequeño valle que remonta el camino de Costereta Blanca afloran, en todas las vertientes, unas margas amarillentas con tránsitos a arenas y depósitos detríticos que se esconden por el Este bajo los conglomerados cuaternarios de la terraza; no hemos podido encontrar fósil alguno que pueda precisar su edad, pero dada su disposición, debajo de los potentes bancos de conglomerados en que se asientan las antiguas fortalezas de la ciudad, les consideramos como de la edad pliocena.

En el barranco del Rastro, dentro de la ciudad, el Terciario se dispone de la misma forma que en Remolinos, dominando las arcillas

margosas y las compactas de color amarillento, alguna vez agrisado; al lado de la fábrica de gas y en las arcillas de la base, fué donde recogió Landerer las plantas que atribuía al Mioceno, a las que acompañaban algunos moluscos; el espesor total de la formación pasa de 20 metros.

Al construirse el canal de regadío que viene de Tivenys, se perforó un túnel que atraviesa la ciudad por el lado de levante, de Norte a Sur, encontrándose los niveles de arcilla impermeable que dieron lugar a un abundante manantial. En el Museo Arqueológico y Archivo de Tortosa existían unos cuantos ejemplares con impresiones de hojas fósiles bastante bien conservados y cuya procedencia, según investigaciones del actual director D. Enrique Bayerri, resulta ser del subsuelo de Tortosa con ocasión de la perforación del canal. Este material paleontológico nos ha sido amablemente ofrecido para su estudio.

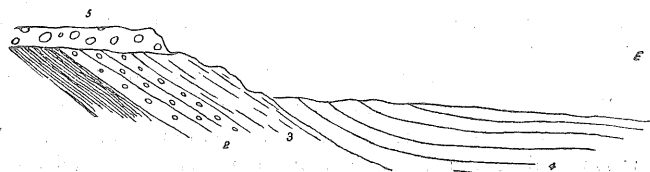
En un desmonte inmediato a la estación del ferrocarril del Norte, se presentan los bancos pliocenos arcillosos y debajo de él se encuentran unos tramos de arenas granudas fuertemente cementadas, con apariencia de arenisca, suavemente inclinados. En los desmontes de las calles próximas a la Iglesia de San Blas y las que conducen a uno de los castillos inmediatos al Rastro, se cortan también, en su parte inferior, las arcillas; pasado el cementerio, al llegar al arrabal de la Leche y en las últimas casas del mismo, próximas al arroyo, vuelven a aflorar las margas amarillentas bastante arenosas. Desde Remolinos hasta el arrabal de la Leche, es pues casi continua la formación de las arcillas, que en su parte superior engloba algún material calizo más disgregado.

Las formaciones pliocenas adquieren mayor extensión y potencia hacia el S.-SE. de Tortosa, en las inmediaciones de la Venta del Ranchero. Se citan por primera vez en los trabajos realizados por el doctor Faura con la colaboración de Mr. Fallot y Mn. Bataller. En nuestros estudios, se ha podido precisar su limitación, así como sus diversas facies.

Siguiendo la vía férrea, poco después del kilómetro 200, aparecen, debajo del Cuaternario, a ambos lados, las arcillas amarillentas; en dichos bancos que son sensiblemente horizontales no se ha podido reconocer la presencia de fósiles. Pasada la pequeña faja de Cretáceo, descrita anteriormente, junto al hectómetro 7 del kilómetro 201, vuelve a presentarse el Terciario discordante con el Cretáceo; en este paraje se ve toda la serie pliocena que comienza por unas margas rojas de aspecto continental, siguen, encima, unos bancos de conglomerados ribereños de poco espesor, concordantes con los depósitos anteriores; a estos depósitos de ribera y continentales, se superponen arcillas margosas amarillentas con fósiles marinos, soportando éstas unas arcillas lacustres con moluscos y plantas. Los estratos de la base están muy inclinados mientras que los lacustres apenas presentan

buzamiento; todo el conjunto queda prontamente recubierto por los depósitos cuaternarios, pudingas hacia el Oeste y en contacto brusco con las arcillas rojas cuaternarias hacia el Este.

CORTE GEOLÓGICO DEL PLIOCENO EN LA TRINCHERA DEL FERROCARRIL (KILÓMETROS 201,7 A 202)



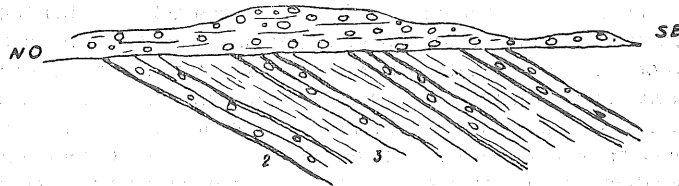
1. Marga roja de aspecto continental.—2. Conglomerados ribereños.—3. Arcillas margosas amarillentas con fósiles marinos.—4. Arcillas lacustres con moluscos y plantas.—5. Terraza cuaternaria

En los bancos arcillosos cenicientos, que pasan a gris oscuro, del kilómetro 202, se han recogido abundantes restos de vegetales pertenecientes a monocotiledóneas que suelen vivir en parajes pantanosos así como una criptógama del género *Osmunda* y moluscos de los géneros *Planorbis* y *Bythinia*.

Las hiladas con plantas se disponen entre un banco calizo compacto e intercalaciones de capas rojizas. En el hectómetro 2 desaparece la formación por causa de una falla y en caso de que se continuase por las próximas arcillas, éstas son de facies muy distinta.

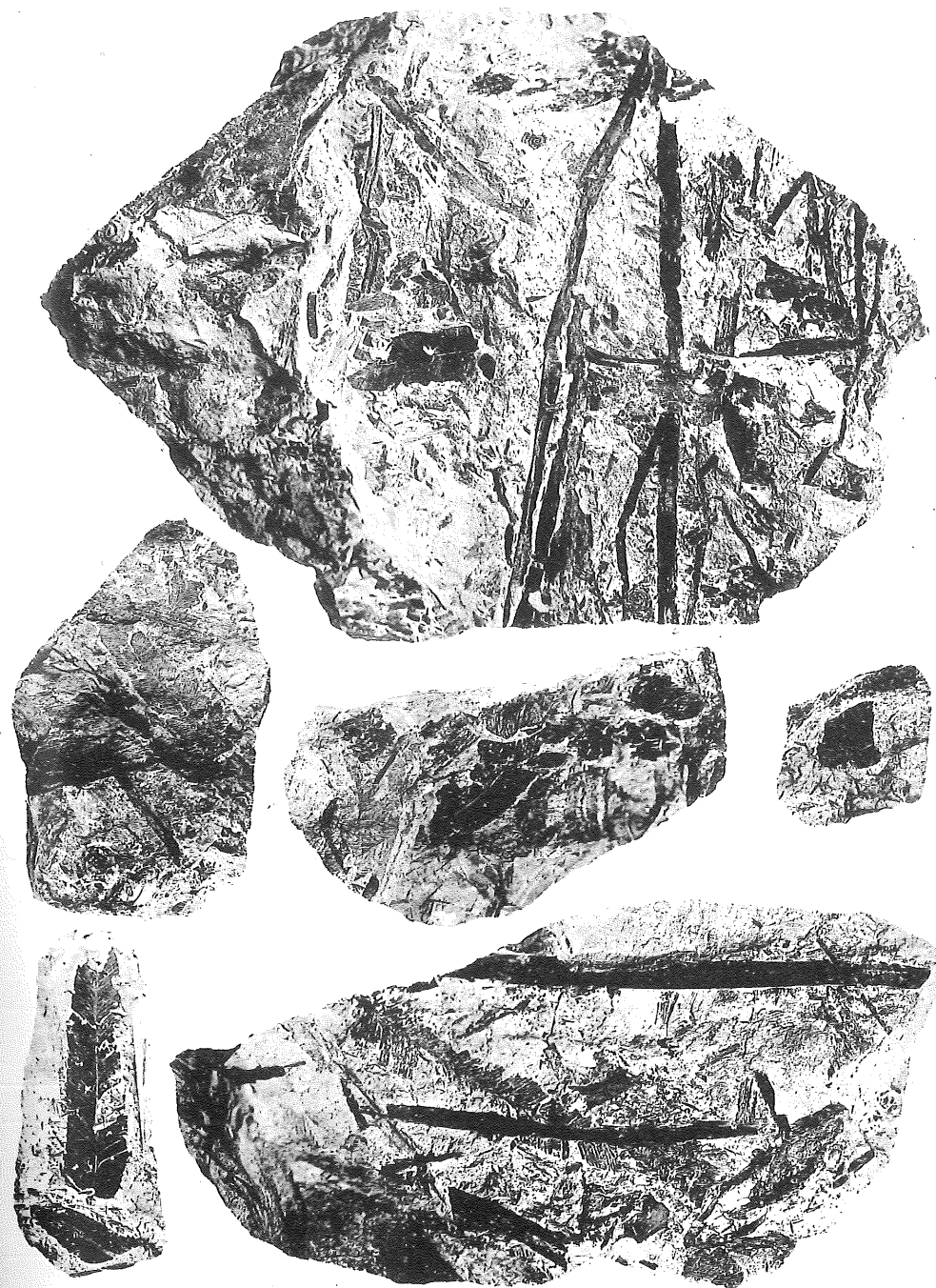
En el kilómetro 159,1 de la carretera de Castellón a Tarragona se encuentra también un episodio continental del Plioceno, con pudingas en estrechos bancos y margas arenosas rojas, semejantes a las de la trinchera del ferrocarril, con buzamiento al Noroeste y que el des-

CORTE GEOLÓGICO DE LA BASE DEL PLIOCENO JUNTO A LA CARRETERA (KILÓMETRO 159,1)



1. Terraza cuaternaria.—2. Bancos de conglomerados pliocenos.—3. Margas rojas

arrollo del Cuaternario hacia poniente no permite ver su continuación; a levante de este paraje se hallan las arcillas y margas arenosas con más de 20 metros de espesor, en intensa explotación para al-



Osmunda Strozii, Gaud.

Con tallos de monocotiledoneas. Plioceno superior de Tortosa.

farería. Este afloramiento es cortado en más de dos hectómetros por la carretera y se une con el encontrado en la vía. Por el SO. la faja queda limitada por el Cretáceo, sin que se haya podido encontrar enlace con el pequeño manchón inmediato al Más de la Misa; al NE. se continúa por debajo del Cuaternario travertínico. De las arcillas citadas proceden los fósiles astienses de que se hizo mención anteriormente.

Junto a la Venta del Ranchero se levanta un montículo de forma cónica en cuya cumbre se halla una pequeña ermita dedicada a San Onofre. Toda la ladera de levante está integrada por materiales pliocenos, consistentes en la base, arcillas, calizas margosas y calizas compactas lacustres, en los tramos superiores, alternando estos dos últimos elementos hacia la cumbre. Por el Oeste avanzan casi hasta la ermita los conglomerados cuaternarios; esta formación con fósiles lacustres en estado de molde, que sólo permite anotar la presencia de *Cyclostoma* sp., *Planorbis* sp., es sincrónica de la anotada junto al ferrocarril. A lo largo del valle que se abre en la base de San Onofre vuelven a encontrarse las arcillas marinas de la carretera en más de dos kilómetros al Norte, con una anchura máxima vista de 500 metros; reconociéndose la continuidad de la formación por debajo del Cuaternario, que recubre la parte más septentrional del manchón en el camino y barranco de Roca Corba. Hacia el Más de Machí el Plioceno rebasa los 90 metros de altura y en el fondo del barranco es frecuente el hallazgo de depósitos calcáreos con unos sedimentos pseudo-orgánicos en forma de tubos. La longitud total de este manchón, que es el mayor de los reconocidos, es de unos cuatro kilómetros con una anchura mínima de 200 metros; hacia el extremo de la formación se nota un suave buzamiento al S. lo cual parece indicar que todo este depósito se dispone en un pequeño sinclinal, rellenando probablemente el flanco de una antigua depresión cretácea.

Un kilómetro antes de la estación en Amposta, del ferrocarril económico de Tortosa a La Cava, debajo del conglomerado cuaternario se nota la presencia de un nivel arenoso amarillo estratificado, que avanza hacia el N. con predominio de arcilla en la base; al lado de un antiguo molino hay margas amarillas con ligerísimo buzamiento al Sur; en estos depósitos, adosados contra el Cretáceo de Redondo y de muy reducida extensión, no hemos podido encontrar fósil alguno; pero dada la semejanza que tienen con otros arenosos que se encuentran a mediodía del Ranchero, clasificados, en trabajos anteriores, en la base del Plioceno (Plasanciense) pueden provisionalmente considerarse como terciarios, superiores a los conglomerados de base de la formación, mientras no se demuestre su edad cuaternaria; estos depósitos de Amposta no figuran en el mapa así como tampoco unos bancos arenosos con pequeñas hiladas de conglomerados de elementos menudos de aire terciario que hay algo más al N. que se explotan como balasto para la vía del ferrocarril económico.

Cuaternario.—Después de las formaciones aluviales que comprenden la parte baja del Ebro, de Amposta al mar, los depósitos cuaternarios antiguos son los que tienen mayor extensión en la presente Hoja.

El Ebro establece una divisoria de los manchones que podemos designar con los nombres de manchón de la derecha y manchón de la izquierda.

MANCHÓN DE LA DERECHA DEL EBRO.—Su superficie es aproximadamente de unos 90 kilómetros cuadrados; la zona más estrecha está en el paralelo de Tortosa, y la parte más ensanchada se encuentra por debajo de Amposta. En la parte meridional y por el meridiano de Masdenverge recubre el Cretáceo que aflora ordinariamente de 80 a 100 metros. Hacia el Coll de la Creu en las inmediaciones de Freginals forma un seno que rellena el valle que da sus aguas al barranco de la Galera. En la parte más baja del Cuaternario es frecuente la presencia de niveles arcillosos de color rojo; este material puede proceder de la decalcificación de los tramos calizos cretáceos; son particularmente abundantes hacia Freginals; muchos de los pozos abiertos en los conglomerados de Santa Bárbara y Masdenverge llegan a este nivel arcilloso, que se conduce como capa impermeable.

Cerca del camino viejo de La Galera, en el kilómetro 173, son aprovechados estos materiales para alfarería.

Los conglomerados constituyen un manto grueso y continuo, cortado por las amplias ramblas o barrancos y vienen frecuentemente recubiertos por mantos travertínicos que los labriegos rompen y acumulan en las vallas de las fincas.

La carretera de Tarragona a Castellón, a partir de Tortosa, va siempre sobre el Aluvial y al llegar al kilómetro 174, en rápida revuelta gana el desnivel de la terraza, continuando por ella hasta las inmediaciones de Freginals, en que corta el Cretáceo que enlaza el macizo de Godall con Freginals y Montsianell. Por debajo de Freginals se encuentra un pequeño manchón de Diluvial que adquiere mayor desarrollo hacia el Sur. El Ebro, en Amposta, corta la terraza cerca de la población, que se halla edificada sobre los conglomerados; en ellos se asientan los pilares del puente suspendido, encontrándose a unos 13 metros sobre el nivel del mar.

Los bancos de conglomerados están formados por cantos rodados de muy diversas naturaleza y origen, dominando los calizos por la proximidad de los depósitos secundarios que han sido enérgicamente denudados, tanto el Cretáceo como el Jurásico y Triásico, no faltando tampoco cantos graníticos y dioríticos procedentes de puntos lejanos de la cuenca; estos elementos están trabados por un cemento calizo rojizo constituyendo una roca sumamente compacta; en otros parajes el cemento margoso hace incoherente y disgregable el conglomerado; este último tipo es más frecuente en las proximidades del río; hacia

TORTOSA



HOJA N.º 522

For. 5.—Extremo de la Sierra de Godall perteneciente al Cretáceo inferior, limitada en el fondo del valle por los depósitos cuaternarios antiguos. Vista tomada desde Freginals.

la parte alta de la formación los cantos del conglomerado son más bien brechoides por proceder de las vertientes próximas. La portentosa extensión de estas llanuras cubiertas todas ellas por frondosos olivos y algarrobos, de la que no puede uno formar idea al atravesarlas por su reducidísima pendiente y poca visualidad, es sorprendente cuando se contempla desde los castillos, por ejemplo, desde el de Tortosa, pues sólo en el límite del horizonte aparecen las recortadas siluetas del Montsià, Montsiá, sierra de Godall y las estribaciones meridionales del Montcaro, hasta cuya falda se extiende en suave pendiente el manto cuaternario. En los 12 kilómetros que median entre el kilómetro 174 y el Coll de la Creu de los alrededores de Freginals sólo se observa un desnivel de 0,5 metros por ciento. En sentido normal a la dirección del río este desnivel es sensiblemente el mismo. En todos estos grandiosos depósitos no se ha podido hallar resto alguno fósil que sirviera para fechar las sucesivas sedimentaciones. El estudio de estas hermosísimas terrazas podría ofrecer materia a interesantes investigaciones, especialmente si pudiera encontrarse algún nivel marino. En los trabajos llevados a cabo para la formación de esta Hoja, se ha podido delimitar con cierta aproximación dos niveles de terrazas hacia el extremo superior de la Hoja. El nivel inferior lo forma la terraza de 15-20 metros que correspondería al Wurmien (Monasteriense); en su base se asienta el arrabal de Jesús y continúa sensiblemente paralelo al río hasta el Sur del arrabal de Cristo pasando por Roquetas; su extensión media es de unos 500 metros y la longitud, en la presente Hoja, de algo más de tres kilómetros; el segundo nivel lo constituye la terraza de 30-35 metros que corresponde al Rissiense (Tirreniense); sobre ella se asienta el cementerio de Jesús; en su límite se hallan los diversos pabellones del Observatorio del Ebro; hacia el mediodía no se ha podido establecer separación alguna con la terraza más baja, que en caso de existir, había de ser muy limitada en extensión, pasando insensiblemente a la superior.

MANCHÓN DE LA IZQUIERDA DEL EBRO.—Las formaciones cuaternarias del lado de Tortosa, tienen aproximadamente unos 100 kilómetros cuadrados de extensión, constituyendo un manchón casi continuo desde Tortosa hasta más allá de La Ampolla.

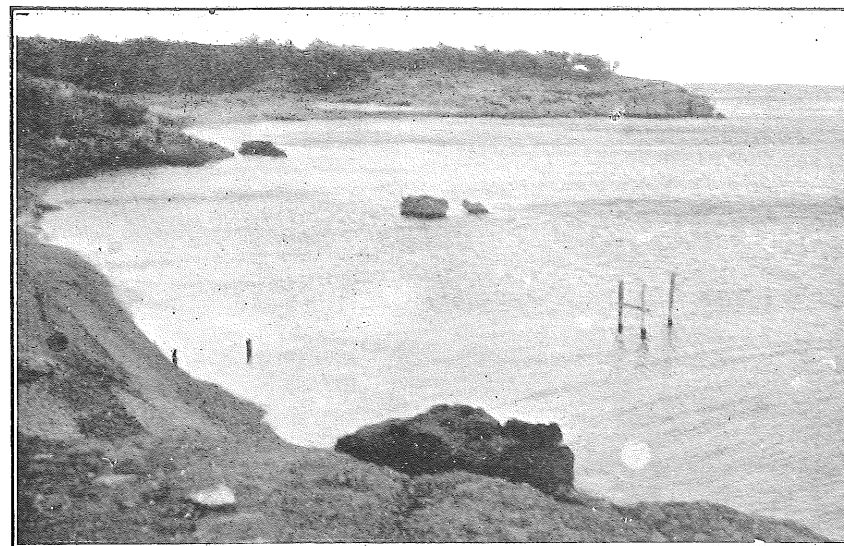
El río, al salir de la esclusa de Tivenys, sigue siempre próximo a las formaciones secundarias de las sierras del Coll d'Alba, aflorando el Cretáceo a poco más de un kilómetro del cauce; debido a esto, el manchón cuaternario tiene muy limitada extensión en los alrededores de Tortosa; constituye un manto continuo de unos cinco kilómetros de largo por algo más de un kilómetro de ancho; por el lado del río cubre, en toda su extensión, el Plioceno subyacente; a levante, con un límite muy sinuoso, recubre el Cretáceo, terminando en cuña; su pendiente es bastante pronunciada y su altura máxima va cercana a la cota de 100 metros.

El plano de la terraza se encuentra al mismo nivel que el de la terraza del Observatorio del Ebro. Junto a la ermita de la Petxa queda limitado por el avance cretáceo del Coll Redó, y sólo se encuentran, en las proximidades del kilómetro 163, unos pequeños isleos como indicios de su antigua continuidad, próximos a la vía férrea; en el kilómetro 162 toma nuevo desarrollo el manchón cruzado por la carretera y cortado por el ferrocarril a un kilómetro de Campredó; el caserío de este vecindario se encuentra edificado en el borde mismo de la terraza inferior de 15-20 metros, que es la que domina a este lado del Ebro; a partir de la Font del Quinto, va estrechándose este manchón, terminando algo más allá de la casa del Largo junto al Cretáceo; por el Norte bordea la ermita de San Onofre siguiendo hacia el Hostal de Don Ramón, siendo su límite con el Cretáceo sensiblemente paralelo a la costa. Por el Sur del manchón cretáceo de Redondo se continúa poco más de un kilómetro hasta la Palma; desde este punto hasta La Ampolla, el límite inferior del manchón es casi una línea recta; recubre gran parte del Plioceno de la Venta del Ranchero; su espesor es bastante limitado, pues en su superficie afloran cortados por los barrancos, los mantos cretáceos. Desde La Ampolla limita el conglomerado directamente con el mar hasta el extremo de la Hoja. El nivel de esta terraza corresponde al Wurmense (15-20 metros) en toda su extensión de la Palma a la Ampolla. Los depósitos arcillosos y margosos adquieren mayor importancia en los puntos más alejados de fuertes corrientes, dominando también la capa travertínica que recubre el manto en gran parte. Los materiales inferiores disgregados se desmoronan con facilidad, al desaparecer la capa travertínica protectora. A esto se debe la catástrofe ferroviaria de 1925 en que encontraron la muerte más de 30 personas en las proximidades del kilómetro 218, debiendo tenerse muy en cuenta la disposición geológica de esta parte de la línea para evitar que pueda repetirse tan desgraciado caso.

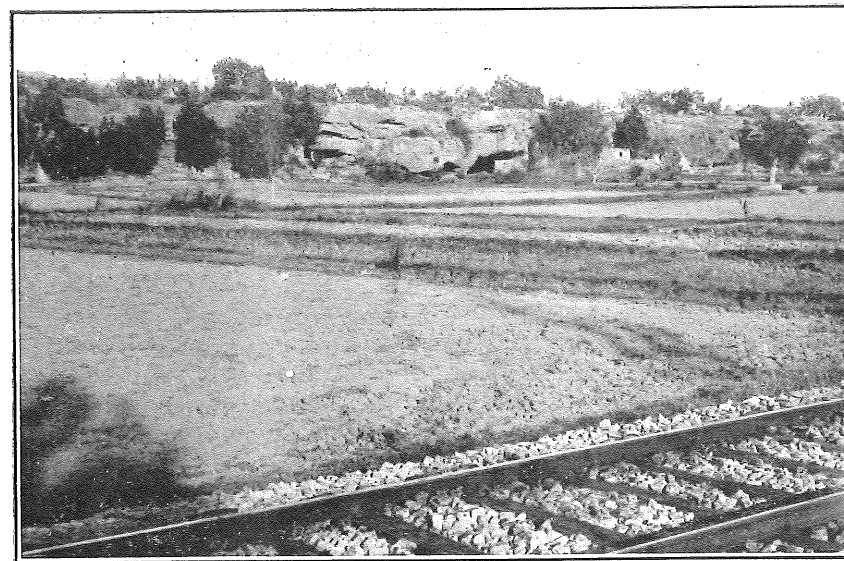
Se ha de notar que los conglomerados cuaternarios de La Ampolla, hasta el extremo de la Hoja, formados fuera del mar, se hallan hoy dentro del mismo y en algunos parajes sólo forman acantilados de cuatro o cinco metros, indicando un gradual hundimiento de esta parte de la costa.

En el límite del conglomerado con el Aluvial, es frecuente encontrar pequeñas cuevas, debidas a la erosión de los materiales disgregados, que constituyen la base de los conglomerados; en las inmediaciones de Campredó se utilizan como albergue para el ganado.

El conjunto de conglomerados fue atribuido por los antiguos geólogos, hasta Landerer, al Mioceno, pero sin precisar en qué nivel se debiera colocar. Su origen, según este último geólogo, es debido a un brusco hundimiento de todo el Tenencio (Cretáceo inferior) y consecuencia de una grandiosa transgresión marina; y esta idea la representó en una pintoresca silueta de los alrededores de Tortosa anega-



FOT. 6. — El Cuaternario antiguo de la terraza hundiéndose en el mar junto a La Ampolla.



FOT. 7. — Terminación de la terraza cuaternaria junto a Campredó; la parte baja está asentada ya en el Aluvial del Ebro.

dos por las aguas del mar, hasta más allá de Tivenys. Pero si efectivamente estos depósitos fueran debidos a un avance del mar en el continente, forzosamente debiera encontrarse algún resto marino, como en el Vallés-Panadés, donde abunda la fauna marina en los niveles bajos del Mioceno con tipos orientales salobres.

Su origen puede explicarse por una simple retirada de la línea de costa, lo cual se traduce dentro del continente en un rejuvenecimiento del perfil de los ríos y consiguiente acrecentamiento del ciclo erosivo hasta llegar a un nivel de equilibrio.

El hecho de que los depósitos atribuidos al Mioceno por Landerer sean concordantes entre sí, aunque de distintos períodos, como se ha comprobado, es debido a que esta parte del continente no ha sufrido movimiento alguno brusco durante los tiempos terciarios superiores y la discordancia con el Secundario manifiesta la posterioridad de formación después de los empujes terciarios.

En tiempos posteriores al Astiense, ha ocurrido seguramente algún movimiento de carácter local que afecta al Terciario, y como hemos notado anteriormente, los conglomerados se hallan hoy en algunos puntos dentro del mar.

Aluvial.—Las formaciones aluviales son las que tienen más extensión en toda la Hoja, siendo atravesadas, casi en su parte media, por el cauce del Ebro, al dejar junto a Amposta los depósitos detríticos cuaternarios. Muchas partes del delta son todavía pantanosas, especialmente en las proximidades del mar y más al interior, en ciertos parajes constituidos por depresiones en los que no es posible el drenaje para su desecación; en otros puntos se han desarrollado turberas y su explotación tiene que vencer el gran obstáculo que representa el agua. La poca estabilidad del suelo impide también el destinar dichos parajes a la producción de arroz, pues su cultivo resulta más costoso.

En el curso del río, hacia Tortosa, el Aluvial rellena las márgenes hasta encontrar los escalones de las terrazas cuaternarias que por encima de Tortosa, sólo distan entre sí poco más de un kilómetro. Al mediodía de Tortosa adquiere el Aluvial una amplitud extraordinaria formando una vega de unos tres kilómetros de anchura, que surca el Ebro en amplios meandros; al acercarse a Amposta va estrechándose gradualmente, debido, sin duda, a las barreras cretáceas que forman la Carroba y Redondo, atravesándolas normalmente; cerca de Amposta el Aluvial es reducidísimo en extensión, no llegando a 900 metros de separación, de los que 250 pertenecen al cauce del río.

Al llegar a Amposta, dejan los conglomerados el cauce del río que derrama sus turbias y tranquilas aguas en la grandiosidad de su delta. Actualmente, con los trabajos realizados para su saneamiento, constituye una de las regiones más ricas y pobladas. Los lodos apor-

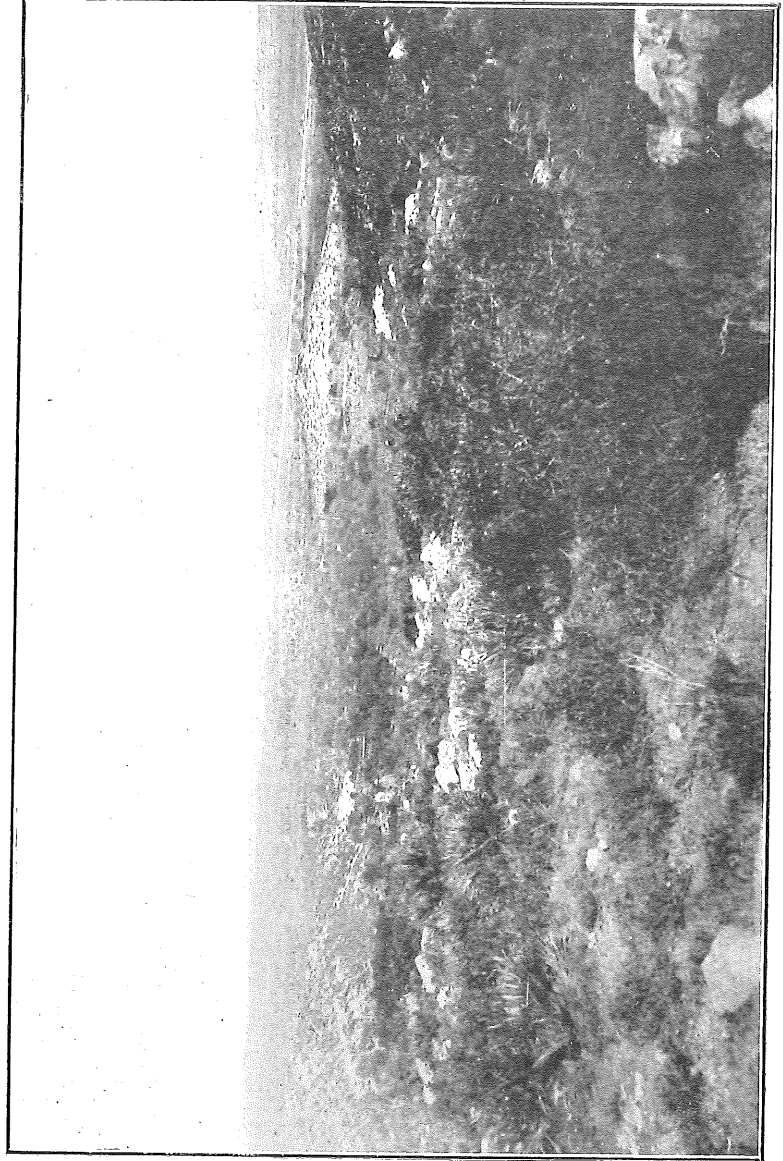
tados por los canales de regadío son tan abundantes que periódicamente es preciso sacar de los arrozales grandes cantidades de tierra, las cuales, al levantar el nivel del suelo, dificultan el anegamiento de los cultivos. Estos materiales finísimos son aprovechados hoy con ventaja en las numerosas alfarerías establecidas en las proximidades del delta. En estas arcillas se ha hecho un buen acopio de los moluscos que viven en las aguas, habiendo reconocido: *Bythinia similis*, *B. tentaculata*, *Helix (Helicella) arigonis*, *Helix (Helicella) variabilis*, *Paludina impura*, *Helix (Tachea) nemoralis*, *Helix (Cartusiana) cartusiana*, *Cochlicella acuta*, *Succinea Feifferi*, *Alexia miosotis*, *Lymnaea limosa*, *Lymnaea palustris*, *Physa acuta*, *Planorbis umbilicatus*, *Muscium lacustre*.

En la hoja 523, Buda, se dan los datos complementarios del delta del Ebro que se distribuye entre las hojas 522 (Tortosa), 523 (Buda) y 547 (Alcanar).

En las proximidades del Fangar y junto a la Balsa de la Arena existen pequeñas dunas que se estudian en la hoja de Buda.

HOJA N.º 522

TORTOSA



For. 8.—Las formaciones cuaternarias antiguas vistas desde las estribaciones del Montsia-nell; en el fondo el curso del Ebro con los aluviones del delta.

PALEONTOLOGÍA

La flora fósil de Tortosa

Una de las mayores dificultades que ofrecía el estudio de los sedimentos terciarios del bajo Ebro, consistía en suponer miocenos los restos fósiles de plantas encontrados. Algunos autores, aceptando lo dicho por otros, sin previo estudio del material, suponían dichos restos o mal clasificados o pertenecientes al Eoceno en vez del Mioceno. Lo cierto es que Landerer clasificó la mayoría mejor de lo que se creía, ya que investigaciones posteriores han llegado al mismo resultado. La flora parece ser relativamente variada, pues en dos publicaciones cita más de diez especies diferentes, que en parte han vuelto a reconocerse. Las formas descritas son en su mayoría pliocenas puesto que los tipos proceden de yacimientos de aquella edad, no existiendo razón para clasificarlas en el Mioceno.

Entre los ejemplares reconocidos dominan más las formas afines a la flora de la molasa suiza que no las pliocenas del valle del Ródano, que son sincrónicas, teniendo por lo tanto, un carácter arcaico. Esta antigüedad la explica el Dr. Almera por encontrarse estas zonas, refiriéndose al valle del Llobregat, lejos de los centros perturbadores que radicaban en los Alpes y a que las continuas zozobras de los dominios marinos y continentales han imprimido nuevos rumbos a las floras y faunas, estas últimas tan distintas de las miocenas. A continuación damos algunas notas sobre los materiales estudiados.

CRIPTOGAMAS.

Osmunda Stroziï Gaudin.—Este bello helecho ha sido citado por Landerer en el Plioceno del Rastro de Tortosa, con el nombre de *Osmunda bilinica* Sap. Mar. Esta especie separada del género *Pteris* se ha reconocido en el Plioceno de Vaquières, dando una figura el abate Boulay; por la pequeñez de las frondes que no se individualizan bien, nos parece que la forma recogida por nosotros en Tortosa se ha

de colocar mejor en la especie de Gaudin, del Plioceno de Val d'Arno. Se conocía ya esta forma en los depósitos miocenos superiores de Sanavastre en la Cerdaña, y se desconoce en el Plioceno del Llobregat. Los ejemplares recogidos se reducen a partes de pinnulas sentadas, desprendidas todas ellas del raquis; su longitud llega a 50 milímetros y su anchura no baja de 12; la base es muy parecida a la de *Osmunda regalis* L. Los ejemplares figurados están algo reducidos.

Se reconoce de Tortosa (Rastro) y en el kilómetro 202 en la trinchera del ferrocarril. (Véase lámina).

MONOCOTILEDÓNEAS.

Landerer y Mn. Font y Sagué no citan de estos yacimientos ninguna forma; en el material recogido y en el procedente del Museo de Tortosa, se encuentran varios ejemplares de tifáceas, gramináceas y ciperáceas, que dado su mal estado de conservación no permiten una clasificación segura, y es probable, pues, la existencia de *Typha latissima* A. Br., *Arundo Goeperti* Munst. y *Cyperites dubius* Heer., procedentes del subsuelo de Tortosa y de la trinchera del ferrocarril en el kilómetro 202.

DICOTILEDÓNEAS.

Salicáceas.—De esta familia se han recogido dos géneros, *Populus* y *Salix*; el primero es el mejor representado.

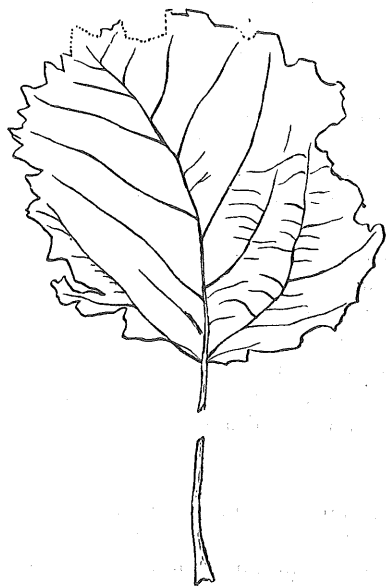


Fig. 1.—*Populus tremula* L. pliocénica.—Astiense del subsuelo de Tortosa. Tamaño natural. Col. Mus. de Tortosa

y *Salix*; el primero es el mejor representado. *Populus tremula* L. pliocénica.—Esta especie se halla representada en la flora del subsuelo de Tortosa con hojas pecioladas de perímetro bastante festoneado y los ejemplares estudiados pueden referirse a la figura 15, de la lámina 84 de Schimper; el ejemplar de Mont-Doré es algo más ovalado y le falta el peciolo, así como en el de Bellver, que reproduce el Dr. Almera. Landerer figura el *Populus betuloides*, que parece pueda referirse a la especie *P. tremula* L. pliocénica (fig. 1).

Populus mutabilis Heer.—Los ejemplares del subsuelo de Tortosa corresponden con las figuras dadas por

Heer en *Flora Helvetica* (lámina 62, figura 2), destacándose perfectamente las nerviaciones primarias y secundarias; algunos de los ejemplares presentan aún peciolo. Esta especie se ha encontrado también en el Plioceno del bajo Llobregat (fig. 2).

Populus latior transversa Heer.—Esta especie miocena parece estar representada en el yacimiento de Tortosa; las hojas recogidas son elípticas, distinguiéndose apenas el ápice; hay ejemplares en que falta el peciolo, que suele ser tan largo como ancho es el limbo, perímetro con numerosos dientes, las nerviaciones primarias están bien marcadas. Mn. Font y Sagué cita el *Populus latior* A. Br., reconocido por él en Tortosa, que puede juntarse a la variedad de Heer. El doctor San Miguel, de la Universidad de Barcelona, ha permitido obtener una fotografía del único ejemplar que queda de esta especie y que guarda en su laboratorio (fig. 3).



Fig. 2.—*Populus mutabilis* Heer. Astiense del subsuelo de Tortosa. Tamaño natural. Col. Mus. Tortosa.

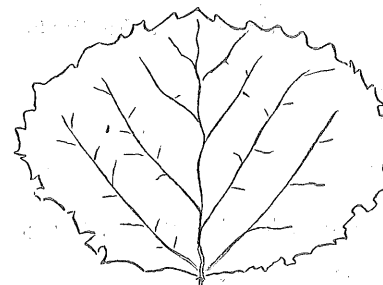


Fig. 3.—*Populus latior transversa* Heer. Astiense del gasómetro de Tortosa. Tamaño natural. Col. Universidad de Barcelona.

que queda de esta especie y que guarda en su laboratorio (fig. 3). *Salix media* Heer.—Landerer encontró esta especie que figura en una de sus publicaciones; se han reconocido nuevamente hojas de este mismo tipo, con borde liso pero que no permiten una clasificación cierta y que pueden referirse a las figuras de la lámina 69 de Heer en su *Flora Helvetica*.

Se conoce, pues, en el Rastro y en el subsuelo de Tortosa.

PLATANÁCEAS.

Platanus aceroides Goeppert.—Esta especie ha sido determinada por Mn. Font y Sagué, conservándose un ejemplar en el Laboratorio de Geología de la Universidad de Barcelona que nos ha mostrado el doctor San Miguel. Algunos fragmentos de hojas pueden pertenecer a esta forma, pero faltando el perímetro es aventurada la determinación. Esta especie se conoce también en el bajo Llobregat.

LAURÁCEAS.

Esta familia muy numerosa en géneros y especies fósiles en el bajo Llobregat, aquí sólo está representada por el *Cinnamomum* con numerosos restos de hojas.

Cinnamomum Scheuchzeri Heer.—La primera cita de este cinamomo se debe a Landerer, habiéndose comprobado su existencia en las arcillas del subsuelo de Tortosa con hojas aovado-elípticas, pecioladas,

borde entero, ápice romo; con tres nervios principales de los que desde el central van hasta el ápice y los dos laterales, que se originan no muy lejos del peciolo, llegan conservando su importancia hasta el tercio superior del limbo. Se ha reconocido también en el bajo Llogregat y Rerolle cita como raro el *C. Polymorphum* de Bellver (fig. 4).

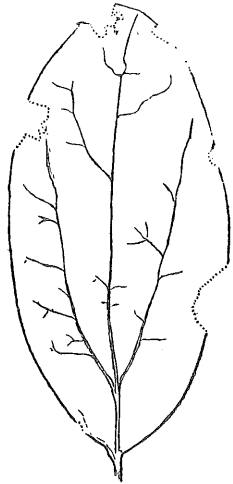


Fig. 4.—*Cinnamomum Scheuchzeri* Heer. Astiense del subsuelo de Tortosa. Tamaño natural. Col. Museo de Tortosa.

APOCINÁCEAS.

Nerium oleander pliocenicum Saporta-Marion.—De este género, que se conoce también en el bajo Llobregat, se ha reconocido el tipo de hoja ancha descrito por Saporta de Meximieux, que llega a tener tres centímetros de ancho, hoja lanceolada, perímetro liso, ápice con tendencia a obtuso, nervio medio muy marcado y los secundarios parten casi en ángulo recto (fig. 5).

OLEÁCEAS.

Esta familia está representada por una hoja recogida por Mn. Font y Sagué como de *Fraxinus*.

ACERÁCEAS.

Acer Nicolai Boulay.—Se ha encontrado un ejemplar lo suficiente característico para poderlo colocar en esta especie de Theziers; podría confundirse con el *Acer trilobum*, A. Br. Landerer ha reconocido y figurado un *Acer triangulilobum*, Sap. Mar. que parece ha de incluirse en la especie de Boulay; su figura es idéntica a la de Saporta procedente de Vaquières. La especie *A. Nicolai* Boulay, la ha reconocido también el Dr. Almera en Castellbisbal (fig. 6).

Acer opulifolium Will *pliocenicum*.—Se ha recogido una hoja incompleta que responde a la especie figurada con este nombre por Saporta en el Plioceno de Meximieux. El Canónigo Almera la cita en el Mesiniense de Castellbisbal y en el Astiense de Esplugas.

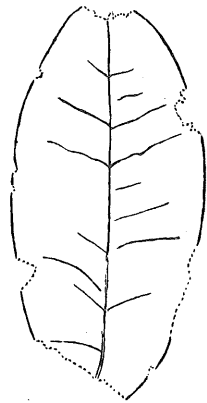


Fig. 5.—*Nerium oleander pliocenicum* Saporta-Marion. Astiense del subsuelo de Tortosa. Tamaño natural. Col. Museo de Tortosa.

AQUIFOLIÁCEAS.

Ilex aff. *Falsani* Sap. Mar.—Se han encontrado varias hojas parecidas a la especie de Meximieux, con borde liso, nerviación principal bastante marcada y las secundarias en ángulo recto. Para dar como cierta esta forma, precisa establecer las relaciones que tenga con el *Ilex canariensis* e *I. balearica* (fig. 7).

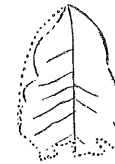


Fig. 6.—*Acer Nicolai* Boulay. Astiense del subsuelo de Tortosa. Tamaño natural. Col. Museo de Tortosa.

CAPRIFOLIÁCEAS.

Viburnum assimile Saporta-Mar.—Esta especie del Plioceno de Vaquières ha sido citada por Landerer como procedente del Rastro.

Como complemento de las formas anteriores pueden añadirse la *Andromeda (Leucothoe) arcinervis*, *Ficus pulcherrima* y *Grevillea myrtifolia* anotadas por Landerer, así como el *Populus alba* L. y *Betula alba* L., que ha comprobado Depape en algunos ejemplares que se le han remitido.

De las papilionáceas ha reconocido Mn. Font y Sagué un ejemplar de *Robinia* que parece más una *Bumelia*, como la figurada por Rerolle en su flora sobre la Cerdaña, aunque no es tan alargada. Entre los ejemplares del Museo de Tortosa hay también algunas formas parecidas a *Fagus*, pero lo incompleto del limbo no permite su determinación.

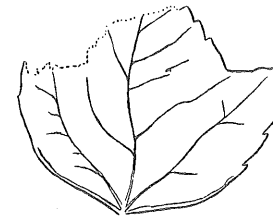


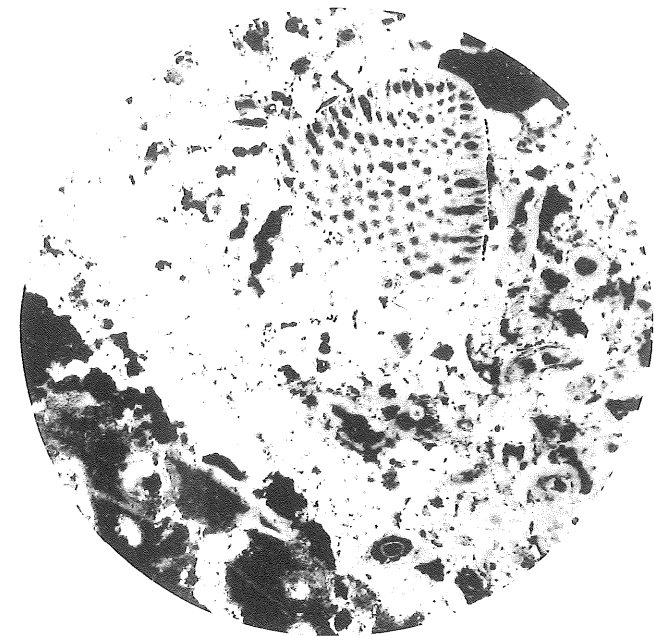
Fig. 7.—*Ilex* aff. *Falsani* Saporta-Marion. Astiense del subsuelo de Tortosa. Tamaño natural. Col. Museo de Tortosa.

LISTA DE FÓSILES

CRETÁCEO

APTIENSE

- Orbitolina lenticularis* Brum. sp. Tortosa, Freginals.
Operculina cruciense Pic. et Ren. Ermita de la Providencia.
Pentacrinus neocomiense Desor. Ermita de la Providencia, Freginals.
Pseudodiadema dubium Gras. sp. Tortosa.
Heteraster (Spatagus) oblongus Brong. Coll d'Alba, Barranco del Rastro.
Terebratula Daphne Coq. Tortosa.
Anomia refulgens Coq. Tortosa, Coll d'Alba.
Exogyra tuberculifera Koch et Dunk. Tortosa.
Exogyra Bousingaulti d'Orb. var. *Pellicoi* Vern. Tortosa, Freginals.
Exogyra Minos Coq. Freginals.
Liostrea praecursor Coq. Coll d'Alba.
Liostrea Leymeriei Desh. Freginals.
Liostrea praelonga Sharpe. Tortosa.
Ostrea Cassandra Coq. Coll d'Alba.
Ostrea polyphemus Coq. Tortosa.
Chlamys dertosensis Land. (próximo al *C. Goldfussi* Desh.). Barranco del Rastro.
Neithea Paulii Land. (var. de la *N. Morrisi*). Tortosa.
Neithea Morrisi Pic. et Ren. Tortosa.
Lima Cottaldina d'Orb. Coll d'Alba.
Requienia Lonsdalei Sow. Tortosa, Freginals.
Modiola Vilanovae Land. (próximo al *Septifer lineatus*). Tortosa.
Nucula planata Desh. Tortosa.
Arca (Idonearca) Gabrielis Leym. Tortosa.
Barbatia aptiense P. et C. (*B. cymodoce* Coq.). Tortosa.
Trigonia caudata Ag. Tortosa.
Astarte obovata Sow. Tortosa.
Cardium sub-hillanum Leym. Tortosa.
Cardium Cottaldinum d'Orb. De Mig-Camí a Coll d'Alba, Tortosa.
Cardium (Protocardia) miles Coq. Tortosa.
Cardium (Protocardia) Janus Coq. Tortosa.
Cardium anomalum Land. (próximo al *C. comes* Coq.). Tortosa.
Cyprina Saussurei (Pic. et Ren.). Tortosa.
(Lucina ?) Lepton Moignoi Land. Tortosa.
Sphaera corrugata Sow. Coll d'Alba.



Caliza zoógena del Aptiense de las canteras de la Cinta (Tortosa), en que se observan algunas secciones de Orbitolina, pequeños foraminíferos aglomerados en caliza cristalizada.
Aumento 15 diámetros. — Luz natural.

Preparación n.º 185.



Sección micrográfica de una caliza de tipo arenoso con numerosos restos de alga calcárea Sifonacea; foraminíferos asimilables a Lituolidos en forma de Lagna, algunos rotalidos y restos de gasterópodos. — Aumento 15 diámetros. — Luz natural.

Preparación n.º 183.

- Cyprina Sauzi* Land. Tortosa.
Venus Robinaldina d'Orb. Ermita de la Providencia.
Venus vendoperana Leym. sp. Tortosa.
Venus Verneuilli Land. sp. Tortosa.
Meretrix Collombi Land. sp. Tortosa.
Tellina (Linearia) multilineata Coq. (próxima a *T. subconcentrica*).
 Tortosa.
Tellina ? (Trapezium) gibba Coq. Tortosa.
Thracia Loriei Coq. sp. Tortosa, Coll d'Alba.
Myopholas recurrens Coq. Tortosa.
Pholadomya hispanica Coq. Tortosa.
Pholadomya spheroidalis Coq. sp. Tortosa.
Panopea cylindrica Pict. et Ren. Coll d'Alba.
Pholadomya Collombi Coq. De Mig-Camí a Coll d'Alba, Tortosa.
Panopea aptiensis Coq. Tortosa.
Panopea fallax Coq. Tortosa.
Aporrhais Gasullae Coq. Tortosa.
Aporrhais extensus Land. Tortosa.
Pterocera Pelagi Brong. Tortosa.
Pterocera Spinosa Land. Tortosa.
Pterocera apliensis Land. Ermita de la Providencia.
Strombus Navarroii Land. Barranco del Rastro.
Turbo intermedius Land. Tortosa.
Trochus logarithmicus Land. Coll Redó.
Phasianella Coquandi Land. Barranco del Rastro.
Natica Fitae Land. Coll d'Alba.
Natica rotundata Sow. Tortosa.
Natica bulimoides Desh. sp. Tortosa.
Natica eremitica Land. Ermita de la Providencia.
Natica Lamberti Land. Coll d'Alba.
Natica bicallosa Land. Coll d'Alba, Tortosa.
Natica Hugardiana d'Orb. Coll d'Alba.
Natica compressa Land. Tortosa.
Natica Gasullae Coq. Tortosa.
Natica Vilanovae Land. Tortosa.
Natica Pinoni Land. Tortosa.
Natica Laveteli Land. Ermita de la Providencia.
Natica Coll-Albae Land. Coll d'Alba.
Natica calix Land. Coll d'Alba.
Natica similimus Chof. Coll d'Alba.
Natica pyriformis Land. Coll d'Alba.
Natica Sharpei Land. Tortosa.
Neritopsis ? navis Land. Coll d'Alba.
Tylostoma Rochatianum d'Orb. sp. Tortosa.
Scalaria ? Coquandi Land. Tortosa.
Vicarya Pizcuetana Vil. sp. Tortosa.

Vicarya Lujani Vern. Coll d'Alba.
Vicarya Renevieri Coq. Tortosa.
Pseudomelanica aptiensis Land. sp. Coll d'Alba.
Serpula filiformis Sow. Tortosa.

PLIOCENO

Plantas

CRIPTOGAMAS.

Osmunda Strozi Gaudin. Barranco del Rastro. Tortosa y kilómetro 202 del ferrocarril.

MONOCOTILEDÓNEAS.

Cyperites dubius ? Heer. Subsuelo de Tortosa.
Typha latissima Heer. Subsuelo de Tortosa.
Arundo Goeperti Heer. Subsuelo de Tortosa.

DICOTILEDÓNEAS.

Populus tremula L. *pliocénica* Rerolle. Subsuelo de Tortosa.
Populus alba pliocénica Saporta. Subsuelo de Tortosa.
Populus mutabilis Heer. Subsuelo de Tortosa.
Populus lalior transversa Heer. Subsuelo de Tortosa.
Salix media Heer. Rastro, Tortosa.
Platanus aceroides Goepert. Tortosa.
Cinnamomum Scheuchzeri Heer. Subsuelo de Tortosa y Rastro.
Nerium oleander L. *pliocenicum* Sap. Subsuelo de Tortosa.
Acer Nicolai Boulay (*Acer triangulilobum* Sap. Mar.) Subsuelo de Tortosa y Rastro.
Acer opulifolium Will. *pliocenicum* Sap. Mar. Subsuelo de Tortosa.
Ilex aff. *Falsani* Sap. Mar. Subsuelo de Tortosa.
Fagus ? Subsuelo de Tortosa.
Bumelia ? Subsuelo de Tortosa.
Fraxinus. Subsuelo de Tortosa.
Viburnum assimile Sap. Subsuelo de Tortosa.

Animales

EQUINODERMOS.

Schizaster major Desor. Arcillas de la Venta del Ranchero.
Echinocardium corbatum Pennant.

MOLUSCOS.

Cardium parschi Meyer. Arcillas de la Venta del Ranchero.
Cardium aculeatum var. *perrugosa*. Arcillas de la Venta del Ranchero.
Corbula gibba Olivi. Arcillas de la Venta del Ranchero.
Corbula revoluta Brochi. Arcillas de la Venta del Ranchero.

Cytherea rudis Poli. Arcillas de la Venta del Ranchero.
Syndesmya rhodanica Font. Arcillas de la Venta del Ranchero.
Cyclostoma elegans.
Planorbis.

CUATERNARIO

MOLUSCOS.

Melanopsis subgraellsiana Brogt. Turba-Amposta.
Bythinia similis. Aluviones arcillosos de Amposta.
Bythinia tentaculata L. Turba, arcillas turbosas y aluviones arcillosos de Amposta.
Paludina impura. Aluviones arcillosos de Amposta.
Amnicula similis Drap. Turba-Amposta.
Helix (Carthusiana) carthusiana Müll. Turba y aluviones arcillosos de Amposta.
Helix (Helicella) arigonis Rossm. Turba y aluviones arcillosos de Amposta.
Helix (Helicella) variabilis Drap. Aluviones arcillosos de Amposta.
Helix (Tacheopsis) splendida Drap. Turba-Amposta.
Helix (Tachea) nemoralis L. Turba y aluviones arcillosos de Amposta.
Cochlicella acuta Müll. Aluviones arcillosos de Amposta.
Succinea elegans Risso. Turba-Amposta.
Succinea Pfeiferi. Aluviones arcillosos de Amposta.
Alexia myosotis Drap. Turba y aluviones arcillosos de Amposta.
Lymnaea (Radix) limosa. Turba, arcillas turbosas y aluviones arcillosos de Amposta.
Lymnaea (Stagnicola) palustris Müll. Turba y aluviones arcillosos de Amposta.
Lymnaea (Galba) truncatula Müll. Turba y arcillas turbosas de Amposta.
Physa acuta Drap. Turba, arcillas turbosas y aluviones arcillosos de Amposta.
Musculium lacustre Müll. Aluviones arcillosos de Amposta.
Planorbis (Tropidiscus) umbilicatus Müll. Turba, arcillas y aluviones arcillosos de Amposta.

ARTRÓPODOS.

Plea minutissima Fuessel. Arcillas turbosas de Amposta.

MINERÍA E HIDROLOGÍA

Minería

Ninguna mina hay demarcada en la superficie que ocupa la Hoja, ni en los datos que se han podido reunir, se encuentra antecedente de ningún trabajo minero. Las únicas especies minerales encontrados son las siguientes:

Limonita.—Entre los depósitos arenosos y arcillosos del Cretáceo inferior de La Galera y Coll de la Creu (Freginals) se hallan grandes nódulos de este mineral.

Calcita.—En los tramos calizos del Cretáceo es frecuente el hallazgo de ejemplares cristalizados, rellenando las grietas de los bancos. Las calizas con sus numerosas variedades han sido ya descritas: Las calizas zoogenas son particularmente abundantes.

Aragonito.—De Tortosa cita Calderón la existencia de este mineral según referencia de Naranjo, pero no se precisa la localidad.

Yeso.—En los depósitos arcillosos pliocenos de la Venta del Ranchero es frecuente el hallazgo de este mineral de segunda formación, cristalizado y rellenando las grietas; su importancia es sólo mineralógica.

Arcillas.—Abundan en todas las formaciones sedimentarias que comprende esta Hoja. Las *arcillas plásticas* de los aluviones del delta son utilizadas en alfarería; al mismo objeto se destinan las llamadas *arcillas refractarias* del Cretáceo inferior de los alrededores de La Galera y Coll de la Creu, en Freginals. Las arcillas pliocenas de la Venta del Ranchero y otros afloramientos próximos tienen la misma aplicación y en mayor proporción.

Turba.—En el extremo Sur de la Hoja, junto a la Balsa de la Escuela y en el Prado del Notario, se halla la terminación de la formación turbosa que se continúa hacia San Carlos de la Rápita.

En cambio, en otros tiempos debió tener gran importancia la explotación de canteras de piedra de construcción que, por sus bellos matices y condiciones especiales de ornamentación, se usaron en la construcción de varias catedrales y otros edificios importantes.

En la construcción moderna, en la que ha sido sustituida casi totalmente la piedra por el cemento, tienen escasa aplicación estos mármoles y el elevado coste de su transporte hace que lleven las canteras una vida lánguida, con explotaciones periódicas, para atender las necesidades locales o producir grava para las carreteras o el ferrocarril.

La variedad de colorido es grandísima, pasándose de unos tonos a otros de una manera casi insensible.

Los ejemplares de tono rojo que admiten un bello pulimento son los renombrados jaspes de Tortosa, ya citados por Esteve de Corbera en «Cataluña ilustrada, contiene su descripción en común y particular...». Nápoles, 1678.

La gran abundancia de fósiles que contienen las calizas, al dar en sus secciones diversos tonos y dibujos, es la causa principal de su empleo en la ornamentación.

El catálogo que se inserta a continuación contiene variedades de piedras de diversas canteras, citándose solamente las que tienen un carácter distintivo muy marcado.

1.º Caliza conchifera, que pulimentada puede considerarse como un mármol brocatel. Tiene bellos matices violados, blanco-amarillentos y grises. Es muy ornamental por sus dibujos y coloraciones. Arrabal de la Leche-Tortosa.

2.º Caliza roja oscura con abundancia de restos fósiles de tonos amarillentos. Su aspecto es parecido al mármol llamado piñonate. Arrabal de la Leche-Tortosa.

3.º Caliza rojo-vinosa con manchas amarillentas. Semejante al mármol brocatel.—Arrabal de la Leche-Tortosa.

4.º Caliza rosada con manchas blanco-amarillentas.—Arrabal de la Leche-Tortosa.

5.º Caliza con varios tonos amarillos y vetas espatizadas.—Arrabal de la Leche-Tortosa.

6.º Caliza con tonos morados y grises.—Arrabal de la Leche.

7.º Caliza muy conchifera o lumaquela con tonos violeta y amarillos claros.—Arrabal de la Leche-Tortosa.

8.º Caliza amarilla clara muy uniforme por carecer de fósiles. Arrabal de la Leche-Tortosa.

9.º Caliza gris oscura.—Cantera de debajo del mojón geodésico de Redondo.

10.º Caliza blanca sacaroides.—Cantera en el kilómetro 201,4 del ferrocarril a Valencia.

11.º Caliza rosada-amarillenta, color suave y bastante uniforme. Cantera del Rastro-Tortosa.

12.º Caliza de Requienia.—Mig Camí-Tortosa.

Se explotan en Mig-Camí, cerca de Tortosa, unas margas azuladas bastante fosilíferas, para la fabricación de cementos naturales.

En la Galera (Freginals) hay una explotación de un banco de arcillas, negras en fractura fresca y gris ceniza en seco, para alfarería.

Varios intentos se han hecho de aprovechamiento de los turbales de Tortosa, sin llegar a obtener nunca resultados satisfactorios a pesar de la buena calidad y abundancia de la turba.

Dos son las razones principales de este fracaso: La primera es la cantidad tan enorme de agua que se encuentra en cuanto se hace alguna labor en los turbales por estar éstos en plano inferior a los arrozales, canales y ríos cuyas aguas se filtran, y al no tener desagüe natural se hace éste costosísimo y muy difícil. La segunda es que, en cuanto se profundiza un poco en los pozos se saca la turba completamente desleída y sin coherencia, que hace su aprovechamiento muy difícil.

Los principales turbales están en Amposta y en San Carlos de la Rápita, habiendo algunos sobre los que se ha conseguido hacer plantaciones de arroz.

La vegetación es muy abundante y se compone de *Carex*, *Thypha* y *Nymphaea alba* (L.).

Abundan en los turbales conchas de varios géneros, como antes se ha indicado.

El espesor de la turba, según el Sr. Calderón, llega a los ocho metros.

El Sr. Ferrer y Hernández, en su nota sobre la turba del delta del Ebro, dice que la de San Carlos es más moderna y contiene más materiales térreos que la de Amposta. Esta misma nota contiene el siguiente ensayo: Residuo a 100º 12,80 %; cenizas 3,94 %; cok 9 %, densidad 1,341.

Un ensayo de muestra tomada por nosotros recientemente en los turbales de Amposta, hecho en el Instituto Geológico, dejándola secar al aire durante muchos días, ha dado el siguiente resultado: Humedad 13,52 %, cenizas 13,59 %; materias volátiles 52,20 %; carbono fijo 20,69 %; calorías 5.500. Ensayo que demuestra la magnífica calidad de la turba de Amposta.

Hidrología

El espesor de los aluviales del Ebro, constituidos por cantos rodados con intercalaciones de capas arcillosas, es muy grande.

Estos sedimentos que forman el cauce, tanto actual como pasado del río, son en extremo porosos, filtrándose por ellos las aguas hasta encontrar una zona más impermeable, formada, o por una cementación de los cantos rodados o por un depósito arcilloso.

En los pozos de pocos metros de profundidad abiertos en las pro-

ximidades del Ebro, las aguas obtenidas provienen de filtración directa del río, como se puede comprobar por su ensayo.

En trabajos más profundos se han cortado capas de aguas, en unos sitios surgentes y en otros sólo ascendentes, que, aunque procediendo también del río, están tomadas a éste a grandes distancias, haciendo un recorrido por entre rocas menos solubles y siendo, por tanto, de mayor pureza, como puede comprobarse con el ensayo comparativo que se acompaña de un agua del pozo artesiano situado dentro del casco de la ciudad y de otra de un pozo ordinario abierto a unos 20 metros del anterior.

	POZO ARTESIANO	POZO A 20 MTS. DEL ARTESIANO
	Gramos en litro	Gramos en litro
Residuo a 100°	0,270	1,077
Residuo a fusión	0,250	0,877
Cal	0,140	0,204
Magnesia	0,036	0,088
Anhídrido sulfúrico	0,007	0,206
Cloro	0,034	0,104
Cloro calculado en cloruro sódico	0,056	0,171

Las dos aguas son bicarbonatadas, especialmente la del pozo artesiano.

Al hacer el estudio para las fundaciones del puente de Amposta sobre el Ebro, se hicieron varios sondeos, unos en la orilla izquierda del río y otros en el centro del mismo.

Los terrenos atravesados en un sondeo hecho en el cauce del río a 67 metros de la orilla, fueron: 12,50 metros de arena; un metro de gravilla y cuatro metros de arcilla; pasada ésta se encuentra la capa acuífera formada por grava. Al llegar a esta profundidad de 17,50 metros subió el agua atravesando el río, saltando por encima de su superficie.

En los sondeos hechos en la orilla del río se llegó a la capa acuífera a los 30 metros, dando el agua en abundancia. Se perforaron siete metros y medio en la grava sin llegar a la capa impermeable.

Como en el centro del río, en el sitio donde se hizo el sondeo, el cauce tiene unos doce metros de fondo, la capa de grava está a la misma profundidad que la obtenida en el sondeo del centro del río.

Aguas arriba, cerca de Tortosa, se construyeron otros pozos que dieron agua al llegar a la grava.

Es, por tanto, la zona del delta del Ebro, una importante cuenca artesiana con abundante caudal de aguas de mejor calidad que las del río.

La ciudad de Tortosa buscó las aguas para su abastecimiento a

bastante distancia de la población; manantiales de La Caramella (fuera de la superficie de nuestra Hoja), dando su ensayo el siguiente resultado:

Residuo a 100°	0,271	gramos en litro
Id. a fusión	0,170	— —
Cal	0,085	— —
Magnesia	0,043	— —
Anhídrido sulfúrico	0,021	— —
Cloro expresado en cloruro sódico	0,018	— —

Las aguas son bicarbonatadas.

VIII

AGRICULTURA

Correspondiendo a los tres principales depósitos geológicos, Cretáceo, Cuaternario y Aluvial, y a los orográficos, tierras altas, de altura media y bajas, se agrupan los cultivos de la fértil comarca de Tortosa, desde los que no reciben más agua que la de precipitaciones atmosféricas hasta las que requieren un régimen de encharcamientos.

En las tierras altas y de alturas medias del Aptiense y Cuaternario domina el cultivo del olivo, así como en las bajas del Aluvial el del arroz, alternando en menor escala en las primeras con el olivo, almendros, naranjos, vid y algarrobos, simultaneados en parte con cereales; y en las tierras bajas con el arroz, el cáñamo, además de frutales y legumbres de las huertas en las orillas del Ebro.

La naturaleza de los terrenos altos cretáceos es de tierras con frecuencia de color rojo o pardo rojizo entre calizas y margas de tonos aparentes grises, encontrándose en algunos barrancos y depresiones u hondonadas, mantos de terreno de acarreo que forman lugares de cultivo en pequeñas manchas cuaternarias.

Los terrenos de cultivo de altura media suelen ser pedregosos, de color pardo, entre conglomerados o travertino, que al ser arrancado constituye cereas y muros de banales de las parcelas fértiles.

ANÁLISIS DE TIERRAS DEL CUATERNARIO

Tierra de Olivar, entre Santa Bárbara y Masdeverge

ANÁLISIS MECÁNICO

Piedras, guijarros y fragmentos gruesos	292	por mil.
Grava y fragmentos pequeños	467	—
Tierra	241	—

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Humedad	31 por mil.
Arena gruesa	400 —
Arena fina	154 —
Arcilla	80 —
Caliza	297 —
Materia orgánica	38 —

ANÁLISIS QUÍMICO

Óxidos de hierro y alumina	46,80 por mil.
Cal	189,00 —
Magnesia	11,00 —
Sosa	2,40 —
Potasa	3,10 —
Nitrógeno	0,60 —
Anhídrido fosfórico	9,42 —
Anhídrido carbónico	131,00 —

En las dos zonas altas de cultivo abundan los bancales para retener las tierras y aguas, transformando laderas y barrancos estériles en campos escalonados de cultivo, separados por barrancos y crestas de calizas o conglomerados sin tierras de labor, o compacta contra de travertino.

La tercera zona, en general de terrenos grises arcillosos, surcados por numerosos canales y acequias de riego y saneamiento, constituye, como antes hemos dicho, la zona arrocera, que ocupa gran extensión del delta y se extiende cada día más por medio de obras de saneamiento e irrigación a expensas de las balsas, tierras salobres y arenales.

ANÁLISIS DE TIERRAS DEL DELTA

Tierra de Arrozal, San Miguel (La Cava)

ANÁLISIS MECÁNICO

Piedras, guijarros y fragmentos gruesos	373 por mil
Grava y fragmentos pequeños	450 —
Tierra	177 —

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Humedad	30 por mil
Arena gruesa	302 —
Arena fina	94 —
Arcilla	200 —
Caliza	354 —
Materia orgánica	10 —

ANÁLISIS QUÍMICO

Óxidos de hierro y alumina	86,80 por mil.
Cal	370,50 —
Magnesia	19,40 —
Sosa	3,81 —
Potasa	5,30 —
Nitrógeno	0,72 —
Anhídrido fosfórico	0,42 —
Anhídrido carbónico	166,00 —

Tortosa y Roquetas forman el centro de la actividad comercial y agrícola de la comarca, así como Amposta lo es de la zona arrocera, funcionando no sólo en ellos sino también en otros pueblos de la Hoja, numerosas fábricas y molinos de aceite y arroz.