

INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

CUENCA
DE
ESQUISTOS BITUMINOSOS
DE
RIBESALBES
(CASTELLÓN)

Del «Boletín del Instituto Geológico de España»
Tomo VI, tercera Serie

MADRID
TIP. Y LIT. L. COULLAUT
MARÍA DE MOLINA, 106
1926

INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

CUENCA
DE
ESQUISTOS BITUMINOSOS
DE
RIBESALBES
(CASTELLÓN)

Del «Boletín del Instituto Geológico de España»
Tomo VI, tercera Serie

MADRID
TIP. Y LIT. L. COULLAUT
MARÍA DE MOLINA, 106
1926

CUENCA DE ESQUISTOS BITUMINOSOS

DE

RIBESALBES (CASTELLÓN)

El interés que para España tiene la destilación de carbones, lignitos y pizarras queda manifiesto con saber que en 1922 se importaron aceites minerales de todas clases por valor de 117 millones de pesetas, suma que en el año 1925 habrá pasado de los 380 millones. Este aumento rápido de consumo se verifica del mismo modo en todos los países más adelantados con la diferencia esencial de que para nosotros casi todo el consumo es de importación, estando de este modo expuestos a los entorpecimientos del abastecimiento extranjero con riesgos industriales y políticos que pueden llegar a ser graves, pues todos los motores modernos, automóviles, vapores, aviación e instrumentos de guerra se mueven con petróleos o aceites minerales.

España, pues, tiene que resolver con precisión el problema de los combustibles líquidos por sus propios medios, a menos de seguir siendo feudataria del extranjero con un incremento anual de cerca de 50 millones de pesetas.

Los dos caminos de solución son: el descubrimiento de campos de petróleo, o la destilación de carbones, lignitos o esquistos. Hasta ahora los pocos sondeos realizados en España para la investigación de petróleos no han sido afortunados y esto hace que los estudios de destilación adquieran más importancia; en realidad los dos intentos, sondeos y destilaciones, deben ser alentados sin descanso, pues hay poco hecho en cualquiera de los dos sentidos y en cambio crecen rápidamente las necesidades de consumo. Aun acertando en las dos soluciones tardaríamos bastante tiempo en estar capacitados para abastecernos sin la importación (1).

Los años de la guerra con sus urgentes necesidades, han afinado la eficacia de los procedimientos de destilación y así se ha llegado a un principio fundamental que, como ocurre con frecuencia en la evolución de las industrias, es muy sencillo; consiste en deducir que para aumentar el alquitrán, base de los carburantes ligeros, conviene destilar a bajas temperaturas, llamando éstas las que no exceden de 600 a 700 grados. Sea alta o baja temperatura, los productos son siempre los mismos; alquitranes, aguas amoniacales, gases y cok o semi cok, escala en que alquitrán y gases son términos opuestos: a más temperatura, más gas y a menos, más alquitrán. Como ejemplaridad de la precisión de resolver este importante pro-

(1) Otra manera de resolver el problema de abastecimiento, si quiera en los períodos de guerra, se ocurre que sería acumular los aceites minerales durante la paz, pero este procedimiento, ya examinado por Alemania cuando era potencia militar, fué desechado por antieconómico, pues no se trata sólo de los depósitos ocultos o defendidos, sino las fábricas de afinado o productos derivados y el sistema de abastecimiento a lo largo de la costa, instalaciones todas ellas innecesarias e improductivas en tiempo de paz y que representan un capital enorme, retirado de la economía y reservas del país.

blema se ofrece lo ocurrido en Alemania durante la gran guerra. En una memoria hecha por los profesores Dr. F. Beyschlag, Dr. A. Böhm y Dr. E. Harbort de orden del Gobierno, (1) que sentía ya la angustia de la escasez de combustible ligero, exponen los autores como argumento principal para intensificar los estudios «Ya en lo que va de guerra hemos sentido la gran dificultad para la provisión de productos derivados del petróleo; sería una catástrofe si no pudiésemos atender a las necesidades de nuestra industria y llegara el día en que no obtuviéramos aceite mineral de Rusia ni de Rumanía» y en efecto ese día llegó y la catástrofe sobrevino, pues según el Dr. E. Harbort, uno de los principales motivos de la pérdida de la guerra por los alemanes fué la falta de petróleo por imposibilidad de abastecer a los submarinos.

Es indudable que si se ha de llevar de un modo sistemático el estudio, y ha de ser este práctico, se necesita, ante todo, una catalogación de ordenados estudios geológicos y una instalación para ensayos industriales, ya solicitada de los poderes públicos en 1921 por el eminente Ingeniero D. César Rubio, Director en aquel tiempo del Instituto Geológico de España. En esta pequeña fábrica, punto preciso de partida del plan de destilaciones nacionales, se empezaría por una revisión de resultados de rocas bituminosas, los análisis de los cuales están hoy desperdigados en diferentes publicaciones, sin condiciones de garantía en la mayoría de los casos y fuera del punto de vista industrial.

No se llegó a realizar esta instalación, pero para suplir

(1) Über die Möglichkeit und Notwendigkeit einer Versorgung des Deutschen Reiches mit Mineralölen aus inländischen bituminösen Gesteinen. Berlin 1915.

en parte esa falta de análisis que ofrecieran las debidas garantías, se efectuaron éstos en la Universidad técnica de Berlín, con muestras recogidas en los diversos criaderos más o menos estudiados, hasta aquella fecha, por el Instituto Geológico de España, dando el resultado siguiente:

PROCEDEN- CIA	CARÁCTER	CALORÍAS	CONTENIDO EN ALQUITRÁN	GAS. LITROS EN KG.	NITRÓGENO	AZUFRE	CENIZAS
España	Lignito	4.800	4,8 %	76	0,7 %	7,8 %	13,50 %
Id.	Id.	6.220	1,3	»	1,1	7,2	12,36
Id.	Id.	6.410	3,9	»	0,96	6,9	12,78
Sabero	Antracita	6.900	trazas	25	1,10	1,0	8,30
T. de León	Id.	6.700	id.	21	0,8	0,96	9,8
Alcalá la Real. Jaén							
Jura.	Lignito	7.200	»	4,8	0,85	1,24	12,00
Utrillas	Id. Cretáceo	5.000	5	54	0,8	5,6	19,20
Turón	Hulla	7.940	14,70	17	1,2	1,4	3,00
Id.	Id.	7.850	15,00	200	1,2	1,9	4,20
Id.	Id.	7.200	2,7	62	1,3	2,6	6,8
Puertollano	Pizarras bi- tuminosas	1.000	24,00	33,8	0,3	1,4	»
Id.	Id.	»	14,5	37,0	»	»	»
Id.	Id.	»	13,7	38,36	»	»	»
Id.	Id.	1.000	16,4	38,00	»	»	»
Id.	Hulla	5.700	9,0	63,30	1,3	2,00	21,8
—————							
Sabero	Id	7.350	trazas	22,00	1,30	2,50	9,9
Id	Id	7.750	2,00	»	1,30	2,8	4,0
Santibáñez (León)	Antracita	6.600	trazas	20,00	»	0,9	10,7
Moreda (Asturias)	Hulla	7.600	Id	100,00	0,5	0,8	6,00
Ribesalbes (Castellón)	Pizarras	950	7,3	45,00	0,1	3,00	73,00
Id.	Id.	»	14,00	28,00	0,2	2,4	75,00
Id.	Id.	»	8,8 a 10 T.	28,00	»	»	»
Rubielos	Id.	1.500	11,5	47,00	0,2	2,3	67,3
Id.	Lignitos	5.150	17,2	120,00	0,7	3,4	13,4
F. García	Id.	3.000	3,5	60,00	»	»	»
Id.	Piropirita	4.000	27,00	75,00	»	»	»
Id.	Id.	»	25,00	»	»	»	»

Siendo, por lo tanto, pobres en general los carbones de Turón y ricos en productos parafínicos los esquistos y carbones de Rubielos; enormemente ricos en estos aceites los de Fuente García y muy ricos en aceites también los esquistos de Puertollano. Como hulla, las de Turón pueden pasar como de las más ricas de Europa a estos efectos, y los esquistos de Puertollano y lignitos de la Coruña como excepcionales. En efecto y refiriéndonos a los esquistos de Puertollano que rinden un promedio de unos 16 % de alquitrán de excelente calidad, no cabe compararlos con los de Escocia que rinden 10 %, los de Autun que rinden 8 % y los alemanes (esquistos con posidonomias) que rinden 3 y medio %, cuyos materiales son los que en Europa alimentan principalmente las destilerías de esta clase.

Se podría cubrir más que ampliamente las necesidades del consumo y aun cerca de un 50 por 100 más, desarrollando destilerías cuyo capital global de instalación sería sensiblemente igual al que anualmente se paga al extranjero por la introducción de alquitrán; y aun cuando no figure en esas cifras globales el valor de la materia prima, carbón o esquisto, que fuese necesario adquirir de las minas, este valor está más que compensado con el de los subproductos.

Cabe por lo tanto estudiar si la perspectiva de poder poner de ese modo en breve plazo, a la Nación, a cubierto de cualquier entorpecimiento en el actual abastecimiento extranjero, para la industria y defensa nacional, no compensaría ampliamente el gravamen que pudiera imponerse al Estado ayudando a dicha industria con una garantía de interés a las instalaciones de estas destilerías y sin perjuicio, por supuesto, de seguir desarrollando el plan de investigación de mantos petrolíferos cuyo descu-

brimiento si a ello se llegará habría de completar la independencia industrial de la Nación en todos los órdenes y muy especialmente en el de defensa nacional, con especialidad para las necesidades futuras, y seguramente crecientes, de esta clase de combustibles para el tráfico marítimo y marina de guerra.

Consecuencia de aquel plan trazado es este estudio sobre los esquistos modernos de Ribesalbes, con un contenido de 12-14 % de aceite.

Daremos, en primer lugar, una nota sintética de los criaderos, que sirva de orientación general a todos y baste para los que deseen un ligero conocimiento y, a continuación, la descripción detallada de los criaderos y su geología.

NOTA SINTÉTICA

Todos los isleos terciarios que contienen los yacimientos están comprendidos en los Ayuntamientos de Ribesalbes, Onda y Fanzara, subordinados a la cuenca del Mijares y distan unos 30 kilómetros al oeste de la capital de la provincia.

Las capas de esquistos impregnados de aceite que constituyen el criadero, están contenidas, como término litológico normal, dentro de unas manchas estrechas y alargadas de terreno oligoceno, limitadas en todos sus bordes por el cretáceo inferior (aptiense) que forma el fondo de toda la región.

Aunque poco pronunciada, hay discordancia entre el cretáceo y los isleos terciarios lagunares que sobre ellos se depositaron; posteriormente el conjunto de estratos, cretáceo y terciario, fueron plegados juntos al final de los movimientos pirenaicos.

Los isleos oligocenos son cuatro muy uniformes de presentación. Todos están comprendidos en unos 6 kilómetros de ancho (E.-O.) y otros tantos de largo (N.-S.). Lám. 1.

Los estratos son delgados, salvo en los grupos arcillosos, la dirección algo al NE. y su buzamiento isoclinal al Este. El tramo superior es de capas tableadas, el inferior es arcilloso. (Véase corte, fig. 1.^a).

Criaderos.—Las cuatro cuencas oligocenas, particularmente en sus tramos de margas tableadas, tienen mayor o menor impregnación y producen fetidez a la percusión, pero como yacimientos aprovechables sólo consideraremos las capas de margas muy fisibles, rayadas por las secciones de las disodilas, que son láminas ligníferas de color tabaco con espesores de uno a dos milímetros, y que contienen hasta el 15 % de impregnación.

Sin embargo, el conjunto de la capa disodílica oscila del 8 al 10 % y se puede verificar *in situ*, porque arde a la llama del candil.

Cuenca de Ribesalbes.—Es conocida desde 1894 y sobre sus capas de esquistos se han llevado todos los reconocimientos, así como los intentos y fracasos de explotación por destilación empleando retortas escocesas (6 ms.) a temperaturas elevadas y sin aprovechamiento de sulfato amónico.

El haz productivo tendrá unos 100 metros de potencia y en él se mezclan los esquistos (margas tableadas) impregnados (2 al 5 %), con las láminas disodílicas de color tabaco que llegan al 15 %.

El grupo de esquistos, en los que la concentración de estas láminas es mayor, hasta dar en conjunto una roca del 8 al 10 % se llama una capa, denominación que es exacta en el sentido estratigráfico, pero que no representa horizonte completamente fijo, sino que en prolongación cambia la proporción de láminas disodílicas y por consecuencia la impregnación. Sin embargo como la variabilidad no es repentina, siempre es una buena guía marchar por las capas emboquilladas.

En la cuenca de Ribesalbes se pueden admitir 4 capas que adquieren un desnivel sobre el río de unos 70 m. Su

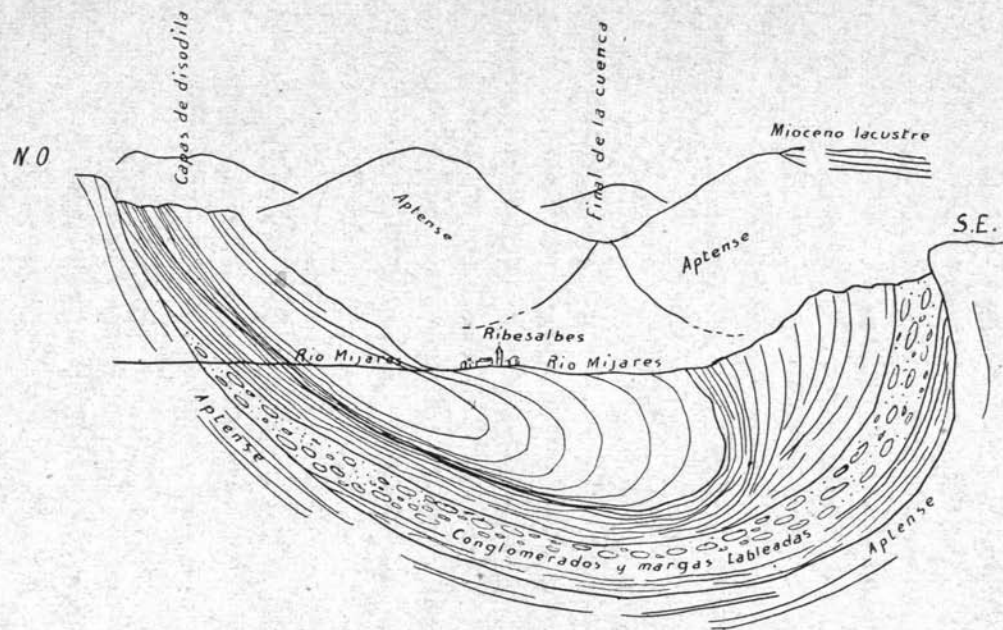


Fig. 1.—Corte de la cuenca oligocena de Ribesalbes.

potencia será de 2 metros en las dos orientales y 1 en cada una de las occidentales, total 6 metros de potencia. La longitud vista de estos afloramientos será de un kilómetro, el largo total de la cuenca, en el resto de la cual faltan reconocimientos, alcanzará hasta 4 kilómetros.

Por la pendiente que tiene la cuenca sobre el fondo cretáceo creemos que no se debe suponer que penetre por bajo del río más de otros 70 metros que tiene por encima.

Con estos datos, adoptando sólo la porción en que se ven afloramientos, y 2 para densidad, se deducen 1.500.000 toneladas de esquistos para esta cuenca, y cuya cubicación, entra por completo en la concesión vigente llamada «Concha».

Cuenca de San Chils.—Se ven de 2 a 4 capas en el barranco de la Grillera que corta la mancha oligocena. La clase y presentación son análogas a las de Ribesalbes.

Las labores aseguran un desnivel de unos 60 metros, pero en longitud no se ven en más de 80 metros, pues quedan recubiertos los afloramientos por toba cuaternaria que se extiende por todas las lomas. Suponiendo la potencia en 1 metro en cada capa tendremos unas 200.000 toneladas para la parte de afloramientos.

Sin embargo a poco que se imagine prolongada esta zona su contenido sería tan grande como el de Ribesalbes.

Cuencas de Araya y Fanzara.—En la primera se encuentran los afloramientos disodílicos bastante alterados y enlazados con las masas arcillosas, en Fanzara los esquistos tienen menor impregnación; en ninguno de los dos casos se puede intentar una cubicación de mineral a la vista.

Resumen de la cubicación.—Reduciéndonos al mineral del 8 al 10 % de impregnación se pueden suponer unos 3.000.000 de toneladas de esquistos aflorando en distintos sitios.

Si se pudiese aprovechar mineral del 3 al 5 % de aceite la cifra de la cubicación resultaría por lo menos 3 veces mayor.

ESTUDIO GEOLÓGICO DE LOS CRIADEROS

Geológicamente todas las pequeñas cuencas terciarias que vamos a estudiar están comprendidas sobre el gran sinclinal cretáceo que se dibuja en el Mapa geológico de Castellón, por los asomos del triás inferior, desde Ludiente a Lucena del Cid.

Hidrográficamente todos los pequeños isleos están subordinados a la cuenca del Mijares o a sus afluentes de San Chils y Argelita. Esta dependencia respecto a las cuencas viene a ser la misma que marcan las líneas orográficas descendiendo continuamente desde Peñagolosa y Peña Calva hasta las Llanuras de la Plana de Castellón.

Los terrenos geológicos descubiertos son: infracretáceo (aptiense), el oligoceno con las capas disodílicas, el mioceno y el cuaternario.

Es cretáceo inferior todo el fondo del terreno representado por plegamientos bien pronunciados, aunque no violentos que, en concordancia con la orografía, suelen ofrecer los altos en anticlinales, coincidiendo las depresiones y barrancos con los sinclinales y en estas depresiones es en las que con frecuencia se alojan las cuencas disodílicas.

El orden estratigráfico del aptiense parece ser el siguiente: como estratos más profundos se encuentran unas areniscas, descubiertas en los barrancos de Argelita y que hacia el O. (Peña Calva, etc.) están bien desarrolladas y contienen *Orbitolina lenticularis*; sobre estas areniscas encontramos, en un anticlinal de Argelita, unas tongadas de arcilla y arena en las que dominan los tonos rojos y blanco, lo que las hace muy llamativas. Sobre estas tongadas, con una potencia de 2 a 8 m. hay una caliza parda y de grano basto, algo sabulosa, que contiene artejos de crinoides y *Orbitolina conoidea*; y a esta roca se superpone, en gruesos bancos, la caliza de *Ostreas* y otras veces, como en el alto de las Estañaes, alternan antes algunos bancos de margas glauconiosas. Por fin el tramo superior que vemos del infracretáceo es la caliza gris de *Ostrea Boussingaulti* que representa la totalidad de las lomas que no estén enmascaradas con los estratos terciarios o las formaciones cuaternarias. Esta caliza gris y potente es la más característica del aptiense marino de Teruel y Castellón. Sus bancos son compactos con espesores hasta de 20 metros y su tono, aun más gris por la flora microscópica adherida a sus crestones, evidencia desde lejos la presencia de los pliegues cretáceos que se extienden en manchas indefinidas.

El fósil característico es la *Ostrea Boussingaulti*, d'Orb. que es muy abundante y muy conocida en los pueblos de esta zona con los nombres gráficos de oreja de moro o judío, parte del cuerpo que en efecto recuerda; aunque menos frecuente, también se encuentra en la caliza la *Orbitolina conoidea*.

Terreno terciario.—Según puede verse en el plano, todo el terreno moderno reconocido se ha reducido a pe-

queños isleos, alargados y paralelos con su rumbo casi N.-S. que aparecen pinzados en los pliegues sinclinales del infracretáceo. Estas pequeñas manchas, plegadas con el secundario, las consideramos de edad oligocena, según razonaremos y serán descritas con detalle, puesto que contienen los criaderos, pero al mismo tiempo debe de citarse aquí otra pequeña mancha de caliza miocena colocada horizontalmente en discordancia con los estratos cretáceos y oligocenos que hemos visto sobre La Balsa de Fanzara.

Todo el oligoceno reconocido parece tener dos tramos: uno inferior bastante arcilloso y frecuentemente acompañado de yesos y el superior de margas claras y tableadas, con olor fétido a la percusión y que son las que encierran los horizontes productivos. El manchón mioceno de los altos de Fanzara sólo consta de una caliza horizontal blanca y poco potente con gasterópodos pulmonados.

Cuaternario.— Dos son las presentaciones que este terreno, modernísimo, ofrece en la comarca de los criaderos. La más general y extendida es en forma de costra travertínica cubriendo tanto la caliza aptiense como las formaciones terciarias y con espesores, que, como subordinadas a las aguas que las han formado, aumentan en las depresiones y se van adelgazando a medida que se sube en la ladera, hasta desaparecer por adelgazamiento. Esta caliza es muy general en todo el levante de España y tiene un tono blanquecino con bandas y concentraciones de color rojo, recordando con frecuencia el aspecto y la textura de las formaciones lateríticas de las bauxitas.

Merece citarse entre las formaciones cuaternarias un cordón de grandes bloques de rocas cretáceas extendidos en desorden de Este a Oeste sobre el yacimiento de La Rinconada, desde el pueblo de Ribesalbes, en la esquina

de la calle de Angín, hasta pasado el Cementerio que asienta en esta formación.

La roca en conjunto es una pudinga de elementos ciclópeos con potencia que llegará de 20 a 40 metros y que puede apreciarse en la fotografía adjunta (fig. 2) en la parte de la derecha (Este).

El origen de esta acumulación de bloques pudo estar en el hundimiento de la caliza aptiense en su rama occidental por la intensa erosión de las arcillas terciarias sobre que se apoya el borde oriental de la cuenca, en pliegue acostado.

Por fin al cuaternario (diluvial) corresponden también los aluviones secos que forman el suelo del barrio de las fábricas (Castillo) y que representan la intensa actividad del antiguo río.



Fig. 2. La Rinconada, con el cordón cuaternario de bloques a la derecha.



Fig. 3. Retorta escocesa de 6 metros de altura.

FORMACIONES CUATERNARIAS

La erosión por las aguas meteóricas toma una forma intermitente en esta zona de Levante y hemos podido comprobar esta afirmación al hacer un recorrido largo por el río Mijares días después de una intensa riada (febrero de 1923); los derrumbamientos de rocas fueron grandísimos, particularmente en los terrenos más flojos, como son los modernos o parte del triás. La enorme corriente formada por la crecida rápida de los cursos de agua se cargaba así de tierras y cantos que la aumentaban notablemente en su poder destructivo, particularmente en los estrechamientos, donde era mayor la velocidad; pero cuando las aguas alcanzaban un ensanchamiento o curva amplia que las hacía remansar, aunque fuese ligeramente en su marcha, se producía instantáneamente un depósito de elementos de aluvión que aumentaba los antiguos cúmulos de cantos rodados del cauce o caían sobre márgenes llanas, dedicadas antes al cultivo, que quedaban ahora como terrenos pedregosos y estériles. Por este mecanismo repetido con intermitencias, pero de una manera constante, se van incrementando los aluviones actuales y así

se formaron los antiguos que se extienden por ejemplo, desde la Rinconada hacia el Sur, coronando el meandro en que asientan las Casillas y enmascarando por completo las prolongaciones meridionales de los estratos de la Rinconada.

El aluvión que acabamos de describir, como depósito cuaternario y actual, tiene su equivalente terrígeno en las calizas tobáceas de las depresiones y altiplanicies que, de un modo idéntico aunque en menor proporción, reciben la abundancia de aguas meteóricas con intermitencias, y como son calcáreas todas las laderas por donde resbala, se produce remoción del carbonato, que emigra de las calizas aptienses a los mantos de la llanura, conducido por las aguas activas en forma de bicarbonato, y así, en un proceso algo laterítico, se va haciendo la caliza cuaternaria, muchas veces brechoide, cuando cimenta detritus esquinudos, y con frecuencia de formas estalactíticas, como corresponde a formaciones debidas a la circulación de las aguas.

Cuenca de Ribesalbes.—Estos criaderos fueron citados por primera vez en los Anales de Historia Natural, en 1799. Después se hace mención de ellos, por el Sr. Vilanova, en su memoria descriptiva de la provincia de Castellón, publicada en 1859, por la Real Academia de Ciencias, incluyéndolos en el cretáceo. Los verdaderos descubridores en el sentido industrial, fueron D. Antonio Ruiz, de Ribesalbes, y el Maestro Sr. Villalba, quien inició una destilación rudimentaria hacia el año 1892. Como minas fueron denunciadas en 1894, por el Vice Consul inglés en Castellón D. Augusto Stubbs, de la Sociedad Geológica de Francia, quien hizo un detenido estudio del yacimiento, montando para la destilación del mineral una retorta es-

cocesa vertical (fig. 3) de 6 m. de altura, que ha sido recientemente trasladada a Puertollano.

Posteriormente, hacia el año 1904, se constituyeron dos sociedades inglesas "Castellón Oil Company" que explotó el yacimiento de Ribesalbes, y "Spanish Mining Syndicate" que arrancaba la mena en San Chils, ambas con gran capital inicial que consumieron, en su totalidad o en gran parte, en magníficas instalaciones, sin que los resultados prácticos correspondieran a los sacrificios realizados.

Quedó paralizado todo durante los años de la guerra, en los cuales el Sr. Stubbs intentó también algunos trabajos, hasta que en 1918 fueron arrendadas las minas por la Sociedad Comercial e Industrial Española, que tampoco ha sido más afortunada que los anteriores y tiene en la actualidad paralizados los trabajos.

La cuenca que puede llamarse propiamente de Ribesalbes se extiende en isleo muy alargado desde este pueblo hasta los altos que separan este Ayuntamiento de los términos de Onda al E. y del de Alcora al N.

La forma del isleo, según puede apreciarse en el mapa, es bastante alargada (2.500 por 700 metros) y termina al Norte en tres colas, una hacia el alto de la Contadora, otra llega hasta la Balsa de Fanzara y la más occidental se interna en el barranco de Las Estañas.

El único sitio llamativo del criadero es el más meridional, conocido por La Rinconada, haciendo frente, con un escarpe casi vertical, a un meandro violento del río Mijares; este corte según puede apreciarse en la fotografía (fig. 4), se destaca en blanco sobre el tono pardo gris de la caliza infracretácea, cuyo borde occidental está en contacto con el criadero. El ancho de este corte será de unos 100 metros y el alto de 80 metros y representa el

verdadero fundamento de las minas, pues fuera de este macizo la cuenca se envasa en el fondo de los barrancos y no vuelven a verse bien las capas disodílicas. Al hacer las consideraciones mineras sobre el criadero volveremos sobre la morfología de esta barrera de estratos terciarios, hasta llegar a cifras de cubicación.

Cuadra aquí un corte sucinto de los estratos terciarios, puesto que tanto al Norte como al Sur, apesar de su disposición bastante levantada, se enrasan con las depresiones del terreno y quedan cubiertos con las formaciones cuaternarias.

Todo el paquete terciario está bastante levantado y es isoclinal hacia el E. SE.

Corte.—El borde cretáceo occidental se aprecia perfectamente, mirando a la Rinconada, pues la caliza aptiense, maciza y de tono pardo, se levanta para formar un anticlinal hacia el Oeste. La primera roca que se encuentra, marchando a levante, en el corte de la Rinconada, es una pudinga arcillosa, como unión entre las calizas secundarias y las margas oligocenas, disposición del contacto marcado en toda la altura, por una roca ya confusa, como es la pudinga arcillosa, que disimula la discordancia angular entre los dos terrenos: infracretáceo y oligoceno.

En esta parte occidental y antes de empezar las margas tableadas, dominan las arcillas, con el mismo tono pajizo amarillento de todo el oligoceno; estas margas suelen contener cristales completos, hasta de varios centímetros, de yeso en forma algo deprimida (m g. a₃ Lapparent).

Desde las arcillas y en más de 100 metros al Este, se levanta el haz de margas amarillentas, casi blancas, tableadas, que es el que contiene hasta cuatro capas disodílicas

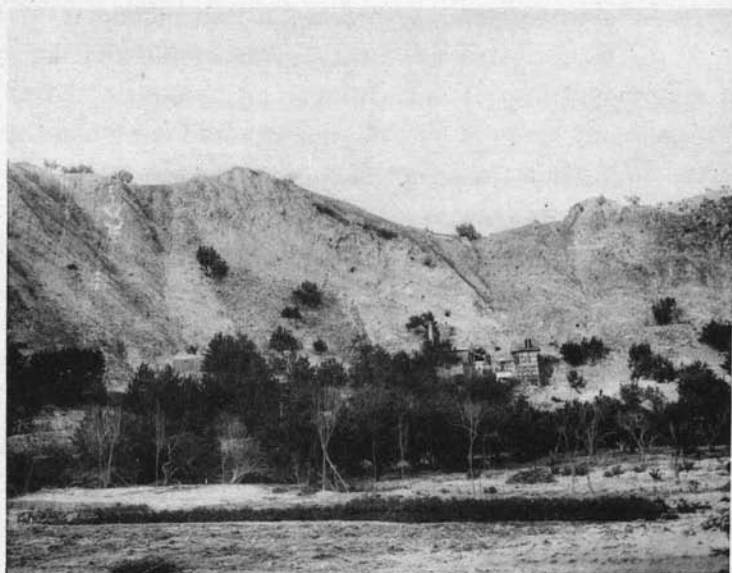


Fig. 4. Acantilado de capas terciarias conocido por La Rinconada.



Fig. 5. Sitio del río Mijares por donde pasa la prolongación Sur de las capas disodílicas. A la derecha (Norte) La Rinconada; al fondo (Oeste) el borde aptiense.

pan las depresiones topográficas, se deduce de un modo lógico que es únicamente en las subidas hacia la sierra donde pueden estar descubiertas las prolongaciones de las cuencas terciarias (figs. 5 y 6).

Así ocurre que las capas del haz productivo de la Rinconada quedan ocultas en su mayor parte hacia el Sur por bajo de los aluviones actuales del río o los antiguos secos, colocados sobre las márgenes.

Los estratos del haz productivo pasan el río con una anchura de 150 a 200 metros y arrumbados de NO. a SE. llegan a formar el acantilado en que descansa el barrio de San Lorenzo o de las fábricas, y en el cual se descubren perfectamente las margas tableadas color barquillo que buzan hacia los cuadrantes del E. como las de la Rinconada. Puede decirse que este punto es el último en que se ven las margas terciarias, pues al otro lado de la lengua de tierra, es decir en su parte Sur, ya los depósitos cuaternarios de aluvión, testigos del antiguo cauce y violentas avenidas del Mijares, enmascaran por completo los estratos inferiores que sin duda continúan asomando ligeramente por la Casilla de la Presa para ocultarse definitivamente bajo los materiales diluviales de los montes del término de Onda.

Prolongaciones septentrionales.—Para encontrar los testimonios de la antigua posición de la cuenca hay que ascender hacia la sierra por los vallecitos que bajan al Mijares, por detrás de la Rinconada, y de este modo se siguen, descubiertas a trechos, hasta la altura, las colas en que termina la cuenca, sin que sea raro descubrir el desborde hacia la vertiente opuesta.

En el pueblo de Ribesalbes se encuentra la mayor anchura de la mancha terciaria, abarcando cerca de 1.000



Fig. 6. Llanura del meandro del Mijares conteniendo el final Sur de la cuenca.



Fig. 7. Caliza horizontal, que suponemos pontiense, en el sitio denominado Balsas de Fanzara.

metros, desde el borde cretáceo occidental de la Rinconada, hasta las lomas de la caliza aptiense que se levantan por el Campillo, sobre el barrio de las Ollerías.

A partir de esta sección y cualquiera que sea el camino que se tome, hacia las alturas del Norte, que es donde nace el valle, se van encontrando los estratos modernos. Las arcillas asoman en la prolongación de los extremos, según hemos visto en el corte; las occidentales, con cristales monoclinicos, se ven en el fondo del barranco, por bajo del Cementerio, y en las Ollerías hasta la Fuente de Bruno, donde suelen enlazarse a manchas de sulfato de alúmina, mientras que las orientales, mucho más potentes con sus yesos fibrosos, sirven de apoyo y primera materia a las fábricas de cerámica del barrio de las Ollerías. Las margas tableadas centrales, que contienen las disodilas y parecen corresponder con el eje del sinclinal, se encuentran varias veces en el barranco por bajo del cementerio con rumbo N. 30° E. y buzamiento al SE.; las direcciones hasta Els Guixars varían poco, pero alguna vez se disponen casi N.-S.

El recorrido que vamos reseñando, es el del camino de la sierra donde es mayor la abundancia de esquistos, los cuales en su forma de margas tableadas, que es la más general, se distinguen siempre por su tono amarillo pajizo, sonido algo campanil y olor fétido a la percusión, carácter el más decisivo y general para las margas, y quizás debido a su desprendimiento de fosfuros de hidrógeno.

Hacia la llamada fuente de Bruno, se encuentran capas disodílicas dividiéndose finamente entre las margas fétidas. En Els Guixars (310) se empezó un sondeo sobre las margas tableadas que continúan buzando al E.; las margas que asoman en el Barranquet, análogas a éstas, no tienen más variación sino contener pequeñas geodas tapizadas

con calcitas en *diente de perro* y señales como de *ripple mark* en su superficie, en la que con frecuencia se encuentran también pequeños huecos de cristales de yeso desaparecidos.

Más adelante, con el mismo rumbo, se ofrecen las margas bastante verticales; ya en este último tercio la anchura de la cuenca no excederá de 200 m., de borde a borde.

Las *Ostreas Boussingaulti*, D' Orb. son abundantes en los bordes cretáceos de Ribesalbes, sobre Els Guixars y en todo el recorrido hasta el alto de la Sierra, se encuentran caídas de las calizas que forman a lo largo los bordes cretáceos.

También hemos encontrado en varios bordes *Cardium* y *Natica*.

Hasta llegar al Corral de Carri se vuelven a descubrir varias veces las margas tableadas terciarias ofuscadas con frecuencia por la tierra vegetal; su rumbo varía poco de N.40° E. y siempre con el mismo buzamiento monoclinal y es su tono rojizo amarillento el que les hace destacarse de las calizas oscuras cretáceas.

Hacia el final del Clot se ofrece un pequeño anticlinal y los estratos, por estar muy llanos, llegan a presentarse casi de E. a O.

En las lomas suaves en que asienta el corralón del Carri, llamado también de la Sierra, se descubre el final de la cuenca, extendida en verdadera cola de estratos casi planos y de poquísimos espesor, hasta desaparecer. Sin embargo hacia el E. vuelven a encontrarse las margas tableadas que, aunque escasamente, dan olor fétido y se distinguen por su aspecto idéntico al de los estratos de la cuenca de Ribesalbes, es decir, que positivamente en estos altozanos del corral de la Sierra se puede apreciar claramente

el desborde de la cuenca de Ribesalbes a la de San Chils.

Los bordes cretáceos al final del isleo y en una altura de unos 400 metros se unen marcando un anticlinal dirigido de E. a O. A los 450 metros en el borde izquierdo de la cuenca se encuentra un isleo de caliza blanca con 15 o 20 metros de potencia y dispuesta casi horizontalmente en transgresión sobre los estratos cretáceos. Esta caliza se destaca por su tono muy blanco, ofrecido en escarpes que forman una cornisa dando vista a la vertiente de Ribesalbes; en la masa de esta misma roca, ya en el camino que conduce a Fanzara, encontramos algunos pequeños gasterópodos pulmonados que parecen demostrar su origen lacustre y limitado.

Por ser muy típica citaremos la erosión que sufre esta caliza con las aguas meteóricas en el resalto que mira al valle y que se señala en una serie de estrías verticales, a modo de fleco en la cornisa horizontal, que tendrá una potencia de 1,80 a 2 metros (fig. 7).

La disposición es la indicada en el croquis adjunto, (figura 8) por lo cual se hace más llamativa la diferencia entre los dos terrenos de la altura, pues en el aptiense

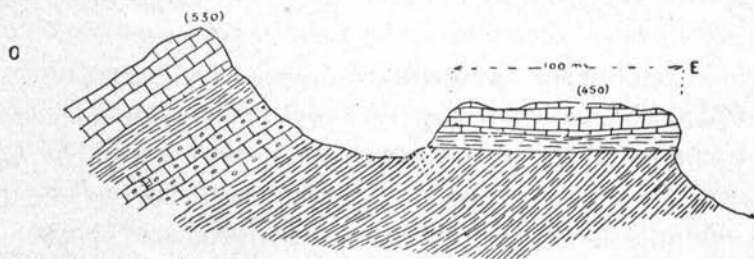


Fig. 8.—Croquis explicativo de la situación de la caliza miocena en las Balsas de Fanzara.

descubierto se encuentra, en la parte baja, la caliza parda detrítica que suele estar unida a la arenisca abigarrada

de la base y encima tiene un pequeño tramo de margas glauconiosas, tan propias de este terreno, terminando por la caliza potente de *O. Boussingaulti* que cubre todos los amplios pliegues del infracretáceo de la zona.

Las dimensiones de la "coronilla" miocena serán de unos 100 metros casi de E. a O. y 500 en sentido perpendicular, sin embargo, la superficie no se descubre muy bien, pues, en parte, está ofuscada por la tierra vegetal y por la caliza travertínica cuaternaria tan común sobre todo el infracretáceo de Levante.

Muy parecida a esta caliza blanca de las Balsas es otra vista sobre el borde cretáceo oriental, en el corral de Les Forques, sobre el Campillo.

Algo más al Oeste y sobre la caliza aptiense encontramos un banco de caliza pisolítica, los elementos de la cual suelen tener disposición radial y llegan hasta un centímetro en la Aljup (470).

Desde la Aljup volvemos hacia el Sur para examinar otra cola de la cuenca terciaria que encaja en el barranco de las Estañaes y cuyo primer afloramiento se encuentra por bajo del mojón de división de los términos de Alcora, Ribesalbes y Fanzara.

Toda la cola terciaria de las Estañaes corresponde también a la Cuenca de Ribesalbes y llega del mismo modo hacia el Norte, hasta cerca de la Balsa, empezando los estratos pajizos casi horizontales, por debajo del mojón de división, pero a medida que descendemos han tomado el rumbo Norte-Sur algo al Oeste y su inclinación al Este hasta enlazarse, en Els Gixars, con la prolongación señalada anteriormente.

Por fin, como continuación de Ribesalbes se puede citar también una tercer cola que sigue la depresión llamada Fosamel, por donde pasa el camino que baja de la Serra-

ta, es decir de Araya, hasta enlazar en el Campillo con las dos colas antes mencionadas.

Esta pequeña corrida de Fosamel, que es mucho más arcillosa que la de Estañaes y parecida a la de Araya, está a más de un kilómetro al Oeste de San Chils considerándose las dos cuencas oligocenas en su rumbo más general que, como siempre, es N.-S. y buzamiento oriental; de enlazarse los estratos de Fosamel con algunos de la vertiente septentrional sería con los de Araya y no con San Chils, pues tanto Araya como Fosamel quedan al Oeste y detrás del morro cretáceo, llamado Morro Blanch, que forma el borde Oeste de San Chils.

Las rocas del fondo cretáceo siempre están bien caracterizadas por la *O. Boussingaulti* y las *Orbitolinas* en la caliza parda inferior. Como disculpa de algún pequeño asomo que haya podido pasarse en algún rincón de los barrancos podemos recordar que, en ninguno de los casos tenía valor industrial el asomo examinado: ni por su clase, pues, exceptuando Els Guixars, nunca hemos encontrado verdaderas disodilas, ni por la cantidad posible contenida, aun evaluando como aprovechables la totalidad de estratos terciarios.

Consideraciones sobre el valor minero de la cuenca.—

Ya hemos visto que el mayor tonelaje de las margas productivas se encuentra en el lugar conocido por La Rinconada, nombre que se refiere al murallón o resguardo que forman, topográficamente, los sedimentos terciarios muy levantados limitando al N. la curva apretada que hace el río, desde las fábricas de cerámica hasta las primeras casas del pueblo. Este acantilado de 200 metros escasos de longitud y 70 sobre el río, protege, a modo de barrera, contra los vientos del N. a las huertas de naranjos que se extien-

den desde el pie del acantilado hasta ganar la orilla opuesta, también aplanada, y en la que ubican otras fábricas de cerámica y antiguas instalaciones de destilación. Esta barrera terciaria comprendida desde el pueblo (figura 9) al borde cretáceo del O. no llegará a más de 80 metros de espesor en su base y a pocos metros en su parte alta pues las aguas que se deslizan paralelamente al rumbo general de los pliegues cretáceos, esto es de NO. a SE., han erosionado profundamente los estratos modernos más blandos, que coinciden en su dirección general, resultando que el barranco de las Ollerías, al Norte del macizo de la Rinconada, lo limita por este lado como el Mijares lo hace por el Sur y así queda contorneando el bloque de mayor cubicación de las margas disodílicas, por delante y por detrás, en sus 200 metros de largo, por las cuencas del Mijares y Ollerías, al O. por el borde de la caliza aptiense y al E. por las margas que sostienen el pueblo. El rumbo de los estratos en la Rinconada es próximamente N. 30° E. y buzamiento al SE.; la altura barométrica, en la parte alta, es de 220 metros y su anchura transversal en este lomo estrecho, desde donde se dominan las dos vertientes, es de unos 10 metros.

A continuación damos un corte detallado del criadero en la rasante de la Rinconada, de levante a poniente, partiendo desde el pueblo.

- Capa sin número, no muy rica; 1 metro.
- Alternancias de calizas y margas; 8 metros.
- Margas con alguna disodila sin valor para considerarse como capa; 2 metros,
- Capa n° 1; 1,50 metros.
- Caliza intermedia; 3 metros,
- Capa n° 2; 2 metros.
- Margas y calizas con alguna arcilla intermedia; 1,50 m.



Fig. 9. Borde oriental de la cuenca, viendose a la izquierda (Oeste) el principio de La Rinconada.

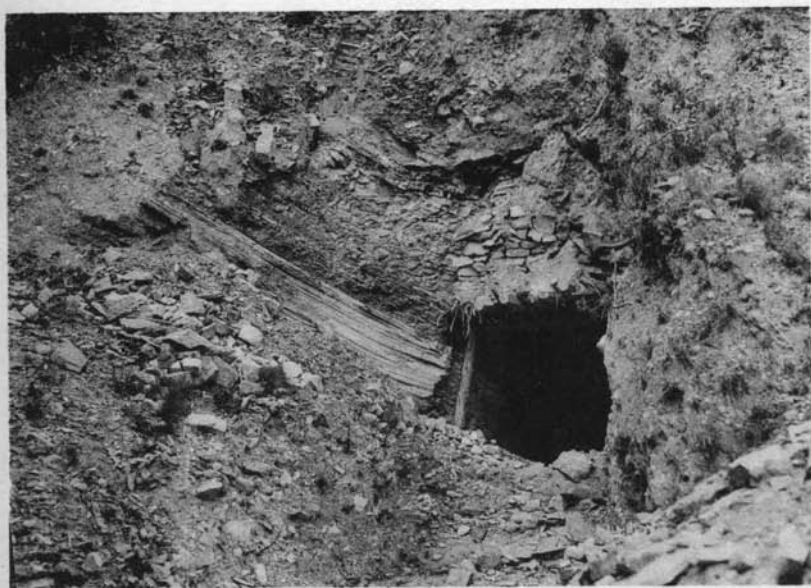


Fig. 10. La Rinconada. Capa 2.ª Láminas de disodila, oscuras y fisibles, alternadas con margas bituminosas blancas tableadas.

Alternancia de margas con láminas de disodila; 2 metros.

Calizas y margas hasta la falla; 4 metros.

Falla; 1 metro.

Trozo ofuscado por acumulación de detritus; 15 metros.

Calizas; 6 metros.

Capa nº 3, con alguna marga; 2 metros.

Calizas y margas; 2 metros.

Capa sin número o 3_a; 0,40 metros.

Calizas con algunas capitas; 25 metros.

Capa nº 4; 1,50 metros.

Margas, calizas y alguna arcilla; 20 metros.

Arcillas y acumulaciones de detritus cretáceos; 25 metros

Total 120,90 metros.

Las labores de La Rinconada tienen su rasante inferior 12 m. por encima de las huertas de naranjos y avanzan unos 100 m. en total antes de salir, hacia el norte, al barranco de las Ollerías.

En la galería llamada 1.^a, que es la más próxima al pueblo de Ribesalbes, se emboquilló una capa que, en el interior, se subdividió en otras dos de disodilas muy fisibles que arden a la luz del candil.

En las capas 2.^a y 3.^a se obtiene este resultado también pero con más dificultad (figs. 10 y 11).

La mayor parte de los fósiles encontrados, lo han sido en las galerías de la capa 3.^a.

Entre las capas de Ribesalbes, particularmente en la 2.^a, suele haber intercalaciones arcillosas limitadas a veces por trozos papiráceos y algo flexibles con las superficies muy brillantes y de fuerte olor a petróleo a la percusión, que se asemejan a gruesas disodilas adaptándose dócilmente a todos los plegamientos.

Cubicación.—A la mitad de la altura del macizo Ribesal-

bes el conjunto de las capas hacen una inflexión y no parecen llegar arriba, con potencia apreciable, las disodílicas. Por otra parte se observa en las galerías, y lo confirma el plano de la mina, que los horizontes productivos no son seguidos de un modo continuo, sino que una capa de la máxima impregnación va pasando a empobrecimiento y muchas veces a margas, mientras que en tongadas próximas ocurre el fenómeno contrario, y la capa disodílica se diría que sufre un pequeño traslado; estos cambios en dirección hacen que la potencia tampoco sea constante.

Para la cubicación prescindiremos de estas circunstancias en alto y en largo y supondremos 4 capas continuas con potencia de 1.50: 6 metros en total.

Según esto, tendremos que la cubicación podría estar dada por el siguiente producto: 70 (alto) \times 50 (ancho medio) \times 6 (potencia) \times $2,5$ (densidad) = unas 50.000 toneladas.

Esta cantidad resulta sobre el valle y considerando sólo las capas de máxima impregnación, pero teniendo en cuenta las margas tableadas que contengan hasta 5 % de aceite, y que la explotación puede descender por bajo del río, quizás se pueda triplicar la cifra que hemos dado para el macizo.

Concesiones vigentes.—Son dos, «Concha» sobre la cuenca de Ribesalbes y «Victoria Aliada», sobre la de San Chils. Comprenden en su perímetro la mejor zona de afloramiento y presentamos el plano de labores de la primera (lám. 2).

Recorrido a San Chils.—A la salida del pueblo de Ribesalbes, en las llamadas casas de Maset, por el camino hacia Alcora, pasan las calizas tableadas seguidas por arcillas que simulan cobijarlas hacia el E. y, como siempre, desde



Fig. 11. La Rinconada. Capa 3.^a Macizo de láminas de disodila, unidas, que dá idea de su delgadez y textura coriacea



Fig. 12. Barranco de San Chils, transversal a los estratos,

la caliza de *Exogiras* inclusive, se recubren enseguida con el manto algo rosado de la caliza moderna que parece algo laterítica en pequeños núcleos; precisamente en este sitio y como demostración concluyente de su origen cuaternario hemos encontrado en su masa trozos de cerámica cementados.

En Cuatro Corral, antes de llegar al término de Onda, vemos el extremo de la cuenca por este lado; los esquistos amarillentos, verdaderas calizas margosas muy tableadas y sonoras a la percusión. Se colocan en esta *cola* arrumbadas casi de N. a S. y con buzamientos distintos, aunque dominan los verticales, y como el pliegue cretáceo que forma el fondo sigue aproximadamente la misma dirección, se puede producir una ligera confusión, resuelta pronto, al avanzar el camino, pues se encuentran horizontales los estratos cretáceos en este orden: el estrato inferior es una marga glauconiosa, encima la caliza parda con *Exogira Boussingaulti* y encima un término litológico de creta muy blanca que parece más moderno que el aptiense y que hemos visto también en los altos de la Contadora que dominan Els Guixars. Sin necesidad de esta demostración, tan claramente cretácea, se distinguen siempre los estratos terciarios, porque dan olor fétido a la percusión siendo margas y aunque estén muy separadas de las disodilas; este carácter, que raramente falta, ayuda mucho para la prospección.

Desde aquí en más de un kilómetro, hasta la masía llamada de San Chils, vuelve la caliza cuaternaria, espesa de 50 a 60 centímetros a ocultarlo todo, y así quedan tapados bajo su masa, los estratos secundarios y terciarios. En trozos de esta caliza vemos señales y núcleos de forma estalactítica mostrando la circulación de las aguas de formación por el depósito de sus capas y estas figuras a veces simulan verdaderos pisolitos. Únicamente los altos

que se levantan bastante sobre los escasos llanos y las colinas suavemente onduladas, se libran de este manto calizo cuaternario. La cuenca de disodilas, llamada de San Chils, no resalta nada del terreno: sus lechos amarillento-pajizos y estratificados en capas muy delgadas se arrumban de N. a S. con buzamiento absolutamente isoclinal al E. y en esta disposición ocupan el fondo del barranco de La Grillera o de San Chils, que atraviesa los estratos de un modo casi perpendicular y los descubre únicamente en el ancho de su cauce (figs. 12 y 13), de modo que este terciario productivo sólo está mostrado en una fila larga de 100 metros en el sentido del río, a partir de una presa que se encuentra al O. aguas arriba, y con un ancho del fondo del río de manera que escasamente se descubre un corte. sin relieves, de las capas terciarias.

Las rocas de los bordes, tanto al E. como al O. (fig. 14) se perciben perfectamente, porque levantan las calizas aptienses sobre la llanura central que corresponderá a las prolongaciones S. y N. del haz productivo, ocultas por los depósitos cuaternarios.

Dentro de los 800 metros, a lo largo del barranco, se encuentran capitas de disodilas repartidas de un extremo a otro; las importantes se agrupan en unos 100 metros de anchura contados a partir de la Presa del extremo O. y es donde se han efectuado las labores de reconocimiento y explotación.

El aspecto de conjunto de estos estratos terciarios está dado por las margas tableadas y duras de tono pajizo que suelen tener algo de sonido campanil a la percusión y olor fétido, entre estas margas, a veces muy penetradas con ellas, van las líneas finas de la disodila con su especial tono color tabaco. Los tramos arcillosos en San Chils, faltan casi en absoluto, o habrán sido arrancados por la



Fig. 13. San Chils. Margas disodilicas buzando al Este.



Fig. 14. Borde Oeste de la cuenca de San Chils: las calizas aptienses forman el acantilado de tono oscuro y los estratos terciarios el lecho claro del barranco.

erosión que en este barranco se tiene que cumplir de un modo constante y enérgico respecto a los depósitos terciarios, puesto que el agua ha de pasar por el barranco ahondando su cauce, como una verdadera herramienta.

Las disodilas de San Chils se ofrecen en líneas muy finas y unidas que bandean a veces como hojas de un libro las margas pajizas. El rumbo de todos los estratos terciarios es casi N. S. con buzamiento al E. de unos 40° con la horizontal.

Las capas margosas empiezan en el mismo azud (presa), pero en realidad, aunque muy próximas las rocas cretáceas de este borde, no se aprecia el contacto, ofuscado por los aluviones del cauce.

La galería más importante se encuentra en la orilla izquierda, próxima y aguas abajo de la presa y emboquillada unos 8 m. sobre el cauce; tiene a la entrada un pocillo en trancada, de unos 40 m., del cual arrancan otros dos niveles por debajo de la rasante de la galería, seguidos de un modo irregular y entre todos comprenderán una longitud de unos 25 a 30 ms. en sentido N. puesto que hacia el S. no sería posible el reconocimiento por cruzar el río (fig. 15).

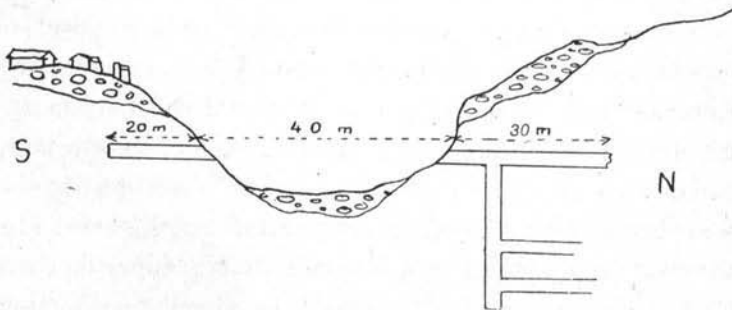


Fig. 15.—Croquis de las instalaciones y labores de San Chils.

No pudimos ver bien las labores por estar la trancada en la parte baja con agua. La 2ª galería en importancia, es la examinada en la ladera S. y casi opuesta a la anterior; tendrá próximamente la misma rasante, es decir la mínima altura para librarse de las grandes avenidas; el nivel disodílico que sigue en dirección hacia el Sur, quizás sea el mismo que en el caso anterior, y la longitud de la labor no pasará de 20 a 25 metros.

Más hacia el E. unos 60 m., vuelven a verse las margas marcadas con el encintado fino que les dan las láminas bituminosas, pero este nuevo nivel, lo mismo que algún otro que se encuentra hasta terminar la presentación de la cuenca alta, no han sido reconocidos, quizás por juzgar que tenían suficiente material con el descubierto en las dos galerías cerca del azud, o porque estimasen más pertinente la construcción previa de las instalaciones de destilación, práctica perniciosa industrialmente seguida en toda esta cuenca, en la cual, por las potencias descubiertas y la relativa variación de los niveles bituminosos, debieron haberse basado siempre en cantidades y datos conocidos previamente.

En la parte alta (ladera S.) con un desnivel de unos 40 m. con el fondo del cauce, se encuentran la casa de la mina y dos pequeños hornos para destilación con escasos conductos y balsas de condensación y recogida de productos. Cerca del horno, preparadas en trozos para la carga, quedaron algunas toneladas de margas disodílicas en las que se puede comprobar como tiende a desprenderse y separarse por meteorismo la porción margosa de la bituminosa o disodílica propiamente dicha y cuyas láminas, aquí, sobre este pequeño depósito de mena, hemos visto con frecuencia bombeadas y casi abarquilladas al desprenderse de las margas; cuando se encuentran así aisladas

tienen aspecto piroleñoso, son muy flexibles, se cortan en trozos por un cuchillo y arden bien, es decir, los verdaderos caracteres de la disodila.

Dimensiones del criadero.—En realidad son más bien pequeñas las cifras representativas.

El número de niveles explotables parece no ha de pasar de 3 capas: dos próximas al azud y otra más al E., y de los 3 niveles sólo uno es el reconocido y explotado en las dos laderas.

La longitud (N-S) de extremo a extremo de las labores abarca unos 100 metros, así a partir del norte: 30 metros de la galería de aquella ladera, otros 40 o 50 m. del ancho del cauce, y por fin los 20 m. del registro Sur; ahora bien, contando con que tanto al Norte como al Sur se ven los estratos terciarios en algunos descarnados y que penetran en masas bien unidas y formadas por bajo de los depósitos cuaternarios, creemos se debe opinar bien respecto a la prolongación en bastante longitud, pero de un modo cierto, sólo pueden admitir en 200 a 300 metros.

En cuanto a la altura no se puede pasar en la apreciación de más de 80 m., de los cuales 40 corresponderán a la profundidad de la labor del borde del Norte y otros 40 de desnivel hasta la meseta del camino.

Queda por estimar la potencia de cada nivel, lo cual no se decide bien más que en la explotación, pero de cualquier modo, suponemos no se pasará de las potencias de Ribesalbes (hasta 3 metros).

El tonelaje que de un modo seguro se puede atribuir a San Chils, admitiendo como densidad de 2 a 3 entre marga y caliza, será de

$$100 \times 80 \times 6 \text{ (potencia de 2 capas)} \times 2,50 = 110.000 \text{ tns.}$$

Bordes de la cuenca y prolongaciones.—Arrumbados los estratos modernos que contienen las disodilas de Norte a Sur en pliegue muy apretado (puesto que atestiguan el esfuerzo, la pizarrosidad y el levantamiento de las capas) se han de admitir como bordes de la cuenca las limitaciones laterales, pues tanto por el Norte como al Sur, sobre las altiplanicies de tierra laborable, no se ven más que la caliza cuaternaria y algunos pequeños asomos por debajo, de los que después hablaremos (fig. 16).

Las calizas que forman ambos bordes son aptienses y resaltan sobre el terreno formando elevaciones ásperas y peladas que se destacan mucho. Ni al Este ni al Oeste se aprecia el contacto entre las rocas cretáceas y las terciarias, cubierto, en ambos casos, por los aluviones cuaternarios recientes; en el cauce y algo más arriba, hasta llegar a la roca cretácea, es la caliza cuaternaria de conglomerados la que oculta la unión.

El borde aptiense del Oeste parece fraccionado por dos o tres pequeñas fallas dispuestas en escalones, pero sus estratos buzán siempre hacia el Este con bastante tendido y en ese sentido penetra por debajo de la cuenca terciaria para formar su fondo. Al Este, las calizas cretáceas tienden a elevarse en un pequeño anticlinal isoclinal hacia el Este que, de una manera muy lógica, se enlazarían con la caliza occidental para dejar la cuenquecita terciaria encajada en un sinclinal de igual inclinación en sus dos ramas.

En este caso particular los dos bordes parecen ajustarse a un mismo motivo tectónico; las fallas del borde occidental podrían referirse al hundimiento general del país hacia ese lado, mientras que el buzamiento hacia oriente, de los pliegues isoclinales, indica que de ese lado cardinal se ofrecieron las resistencias; es decir borde occiden-



Fig. 16. Prolongación Norte (al fondo) de la cuenca de San Chils. (El barranco está comprendido entre la parte clara y oscura del primer término.)

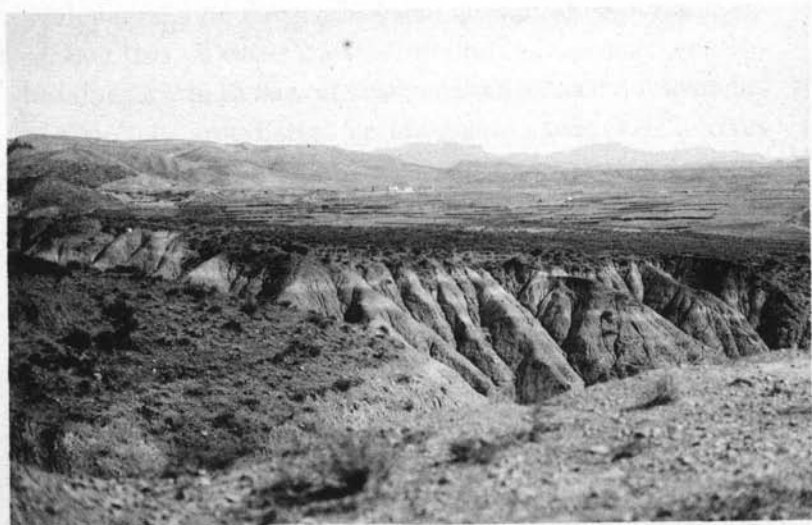


Fig. 17. Afloramiento de la «Foya de Chochim». Unión del aptiense y el oligoceno.

tal, zona de debilidad y resistencias en el borde oriental, por lo menos tal parece ser la razón tectónica en este pequeño pliegue de la cuenca moderna.

Prolongaciones.—La toba cuaternaria de la llanura, que desde Ribesalbes se extiende hasta San Chils, no permite hacerse cargo de las dimensiones que por debajo de ese manto tendría la cuenca terciaria, pero observando que todos los asomos de esta clase de estratos se ofrecen bordeados de calizas cretáceas arrumbadas de N. a S. con buzamiento al E., se puede deducir que Ribesalbes y San Chils, son cuencas paralelas, pero no dispuestas en prolongación, puesto que de una a otra, tomadas ambas en sentido N. S. hay más de dos kilómetros en sentido transversal, asomando las calizas cretáceas varias veces sobre la superficie cuaternaria que va de una cuenca a otra, como testimonio de la barrera de calizas aptienses que servirá de separación continua, por bajo del manto tobáceo.

Los pequeños asomos que podrían considerarse como prolongación de San Chils, están situados al S. de la cuenca. Son tres en estos 2.500 m. que mide la distancia de Ribesalbes a San Chils y el más próximo a las explotaciones de San Chils aun distará un kilómetro hacia el S.; los tres son pequeños y en resumen puede decirse que no sirven de gran apoyo para deducciones industriales. El primero de los pequeños afloramientos, a quienes venimos refiriendo, saliendo de Ribesalbes, se encuentra en Cuatro Corral y está constituido por unas margas color barquillo que se arrumban de N. a S. con buzamientos variables, aunque parece dominar al Este. Las margas que lo componen son muy parecidas a las que acompañan a los esquistos de la Rinconada, pero dan escaso o ningún olor a la percusión en muchos de los trozos examinados. Este estrecho asomo está

das en una masa arcillosa de modo que cuando se altera la roca quedan abarquilladas las delgadas láminas cenicientas entre los productos margo-arcillosos de descomposición que se desmenuzan a escasa presión; por fin todo el tramo alto, hasta la cota 280, vuelven a repetirse las margas bastante calcáreas hasta la Finca del Chorro donde entra la caliza de las estepas.

En resumen, esta pequeña cuenca de estratos modernos se ofrecerá en unos 300 m. de longitud y 40 a 50 de potencia.

El material disodílico, en láminas grises, bien sea porque tuviesen disipada gran parte de su materia orgánica por meteorismo o porque su calidad sea inferior, no conseguimos que ardiesen a la llama de la bujía, como hacían sus homólogas de San Chils y Ribesalbes; las margas tableadas inferiores eran las únicas que daban fetidez a la percusión.

Los bordes y las prolongaciones de esta pequeña cuenca se ocultan al Sur y al Oeste por los aluviones del barranco, mientras que al Este y al Norte es la caliza brechoide de las llanuras la que oculta las uniones entre las capas terciarias y los bordes cretáceos.

Fondo cretáceo.—Aun cuando no se vean unidos los estratos aptienses y los oligocenos, se comprende que la disposición de estas pequeñas cuencas, como la de Araya tiene que ser análoga a las de Ribesalbes y San Chils y por consecuencia el fondo será la caliza aptiense.

En Araya la serie infracretácea se ve más completa y clara que en las cuencas de la Rinconada o La Grillera (San Chils) y como elementos principales tiene: arcillas muy rojas en su parte inferior, margas muy arcillosas y divididas encima, y formando resalto sobre esos tramos

blandos inferiores, se encuentra la caliza parda con *Orbitolina lenticularis* y encima de todo la caliza gris de *Ostrea Boussingaulti*. En la bajada al barranco de Araya, desde San Chils, se aprecia bien esa disposición.

Este pequeño depósito del barranco de Araya hay que considerarlo como aislado pues se encuentra separado del de San Chils por la caliza del Azud y de todas las ramificaciones del de Ribesalbes por los altos cretáceos de la sierra de la Balsa.

Cuenca de Fanzara.—Para llegar a esta cuenca hay que trasponer todo el borde O. de Ribesalbes formado por potentes calizas aptienses con *O. Boussingaulti* hasta llegar a dar vista al Mijares.

Ya desde el alto (240) bajando hacia los pintorescos rincones que ofrecen los meandros del río Grande se van descubriendo también grupos de estratos más inferiores en el cretáceo. La estructura general es en amplios anticlinales con buzamiento de sus ejes algo al Norte y que asoman en su parte inferior margas y arcillas muy rojas, como ya vimos en Mas del Moro.

A la entrada del pueblo de Fanzara y en el barranco que entra al Norte pegando a las huertas, se encuentra el urgoaptiense en unos 200 metros de potencia, formando un bonito anticlinal cuyo corte, comenzando por arriba sería el siguiente: caliza de *O. Boussingaulti*; caliza parda de *Orbitolinas*; acantilado de psamitas y areniscas grises y negras; calizas y arcillas muy rojas.

Es decir que la novedad en el cretáceo que veníamos viendo es el desarrollo que toman las areniscas urgoaptienses con textura pizarreña o psamítica y muy divididas en pequeños paquetes que se diferencian por dominar en ellos la parte arenosa o la arcillosa, con la particularidad

de que esas psamitas y margas suelen tomar un tono muy obscuro en la masa, que pierden cuando están arrancadas volviéndose casi blancas y demostrando que contienen sustancias carbonosas y orgánicas que sedisipan al aire.

Tal propiedad se pone más de manifiesto en el barranco afluyente que sube hacia el Norte y donde se han efectuado registros en busca de margas bituminosas como las de la Rinconada, con el resultado infructuoso que era de esperar.

Siguiendo el barranco al N. y a poco más de un kilómetro, aparece todo blanco, fondo y ladera del Oeste, con margas tableadas que denotan un cambio de terreno. En esta parte el barranco recibe los nombres de Blanco, Olivaret y de la Bailesa. Examinadas las abruptas laderas con atención vemos que, en unos 50 a 60 metros de desnivel tiene dos series de esquistos tableados bastante duros y calcáreos que acusan sonoridad y fetidez a la percusión como vemos ocurría en las margas tableadas de la prolongación de la Rinconada, por ejemplo en Els Guixars.

En la parte inferior hay un registro empezado en margas y en la parte alta vemos la caliza parda aptiense sin discordancia muy aparente con los esquistos, pero enlazada con ellas por medio de una brecha de trozos de esquisto y caliza parda. En realidad, y sin haber encontrado fósiles en los esquistos fétidos no se puede decidir de la edad de este paquete de capas, aunque lo suponemos oligoceno, pinzado fuertemente por los bordes cretáceos en un pliegue isoclinal.

Es decir, que por estar la ladera llena de trozos caídos y en parte cultivada no se puede apreciar qué discordancia angular haya entre estos estratos y las calizas aptienses, aunque comparando las dos laderas de este solitario barranco puede apreciarse una gran diferencia de as-

pecto y colocación entre los estratos blancos tableados de la margen derecha y las calizas pardas y gruesas de la margen izquierda, claramente cretáceas y dobladas en anticlinal.

El rumbo de este haz de capas es N.-S. y su corrida, acuñada fuertemente entre los estratos aptienses, pasará poco de 100 metros.

Por fin, y por completar la lista de pequeñas manchas examinadas, citaremos otra pequeña arrumbada N. 10 a 20° O. y buzamiento al E., longitud unos 300 metros por unos 50 de ancho; los estratos, que se cortan en el camino y poco antes de llegar a la Bailesa desde Fanzara, son margas tableadas claras con fetidez ligera a la percusión.

Menas.-Análisis.—La roca que se ofrece en Ribesalbes como provechosa a la explotación, es una marga bastante tableada con una impregnación de hidrocarburos que acusa de 10 a 14 % de aceite en la destilación. Se trata pues de margas bituminosas clásicas. Ahora bien, como en los horizontes más ricos se intercalan en los estratos láminas finísimas de color tabaco que tienen las características de la disodila, aplicamos a las margas la denominación de disodílicas que ya había sido empleada por el Dr. Faura.

La disodila o dysodila, del griego *dysodes*, fétido e *ilyis*, lodo, en realidad no constituye una especie mineralógica, pero tiene caracteres peculiares que la hacen valer como si lo fuese, dentro de los límites de satisfacer a ellos. Entendemos por disodilo o disodila o hulla papirácea un lignito muy esquistoso, flexible, bastante elástico que llega a cortarse en virutas con un cuchillo cuando está en láminas sueltas y que, por su combustión, desprende un olor

muy desagradable (1).

Estos caracteres completos se encuentran particularmente en las margas de San Chils, las cuales al sufrir la alteración meteórica, dejan libres y abarquilladas las láminas papiráceas.

Los análisis que conocemos son los siguientes por orden cronológico:

Análisis general de la disodila negra

Substancias minerales fijas 50,4 %.	}	Sílice	20,5
		Alúmina	9,0
		Óxido de hierro	1,2
		Carbonato de cal	12,4
		Carbonato de magnesia.	4,6
Substancias combustibles 36,35 %.	}	Azufre	2,7
		Aceites.	11,25
		Gases no condensables a 25° c.	12,0
		Cok	12,8
Agua de impregnación (humedad)			5,1
Agua de combinación			7,5
Nitrógeno total			0,35
			100,00

Determinaciones especiales

Densidad de la disodila	1,741
Densidad del mineral margoso calcáreo intercalado, pobre en hidrocarburos	2,190
El 12,6 % de agua total que se obtiene en la destilación	

(1) Cordier llamó Disodilo al lignito papiráceo de Siracusa que antes se había llamado Stercus Diaboli por su olor repugnante.

seca de la disodila negra, contiene 5,10 gramos de amoníaco por litro, equivalentes a 19,7 gramos de sulfato amónico. Dicho sulfato amónico referido al mineral bruto primitivo corresponde a 2,39 kgms. por tonelada.

Determinaciones especiales en los aceites

Aceite bruto

Azufre combinado y disuelto	0,41 %
Densidad a 15° c.	0,906
Potencia calorífica (Berthelot-Mahler)	9.300 calorías.

Aceite ligero

Densidad a 15° c.	0,841
Potencia calorífica (Berthelot-Mahler)	10.050 calorías.

Aceite pesado

Densidad a 15° c.	0,928
Potencia calorífica (Berthelot-Mahler)	9.180 calorías.

Conduciendo la destilación seca del mineral de una manera adecuada es posible aumentar en cierta medida la proporción de aceites a expensas de los gases y del cok, así como también hacer variar ligeramente su composición.

Destilación.—Se habrán destilado unas 2.000 toneladas del 10 % en retortas escocesas verticales de 6 metros dando un rendimiento de 100 toneladas de aceite o sea solamente un 5 % de aprovechamiento.

RECORRIDO DE RIBESALBES A RUBIELOS

Hicimos este recorrido sólo por comprobar si entre las dos formaciones de Ribesalbes y Rubielos se extendían algunos otros pequeños isleos oligocenos que hubiesen servido de enlace anterior y, como resultado, podemos decir que, desde luego, es posible que se nos haya pasado alguna pequeña mancha terciaria, pero que en conjunto, todo el fondo del recorrido está en terrenos secundarios, particularmente cretáceo.

Únicamente los hondos valles de Argelita y Ludiente se labran en los blandos estratos triásicos, mientras que la caliza del keuper forma acantilados ferruginosos verticales en las laderas, y sobre ella se alojan, en las cimas, los suaves y flexibles pliegues infracretáceos muy marcados y tableados en sus margas y calizas claras y grises, soportando rodales de pinos: el conjunto es un paisaje muy pintoresco y muy típico de erosión en cañones que se profundizan en los estratos blandos inferiores. En algunos sitios, antes de Ludiente, por ejemplo en Vallat, el valle del Mijares más que de erosión parece de hundimiento de un gran anticlinal que ofrece sus dos ramas calizas en los altos de ambos lados (NE. y SO.)

Cuando el triás no está descubierto, como ocurre desde Ludiente, entonces empiezan a dominar las suaves lomas y altozanos que nos conducen paulatinamente a las sierras cretáceas, el esqueleto de las cuales son los amplios anticlinales de calizas y margas en las que arraigan lentiscos y árboles pequeños; el paso de estos montes, que son parte de la Ibérica, se hace entre altiplanicies que llegan a 750 metros.

Geológicamente, hasta llegar a los grandes conglomerados, es urgoaptiense y en algún barranco, como en Mas de Corral, se encuentran algunas estimables formaciones carboníferas, del tipo de las de Aliaga y Gargallo en Teruel, pues sobre un pequeño conglomerado con *Orbitolina lenticularis*, se sobreponen las capas de carbón entre margas rojizas y como techo una formación salobre en que dominan *Tellinasy Mastras*. Un gran conglomerado se ofrece de un modo majestuoso formando las altas mesetas de un circo de erosión sobre el que asoman las gruesas cornisas del conglomerado, que suponemos entrada del cenomanense por la idea de regresión que manifiestan los elementos poligénicos rodados y algunos pequeños lechos que parecen de caolín, aspecto muy típico en el cenomanense de la meseta ibérica. Ya desde los conglomerados y a medida que vamos hacia Teruel, se presentan con más frecuencia formaciones arenáceas, como en los Calaos y Puente del Parral, antes de llegar a San Vicente. A la entrada de este pueblo, hay unas calizas muy agrietadas y llenas de vetas espáticas de calcita cristalizada radialmente y de un modo normal a los filones que rellenan las grietas, disposición que hemos visto varias veces en los terrenos cretáceos superiores.

Todo el terreno de San Vicente, está surcado de pequeñas erosiones cónicas, que labran las aguas, sobre un

gran tramo de margas muy rojizas, casi horizontales que a su vez sirvieron de apoyo, al NO. del pueblo, a una formación detrítica en que se ven alternar conglomerados con lentejones de arenas finas, que alguna vez ofrecen figuras de algas gruesas, y areniscas como las del flysch; estos estratos, con frecuencia horizontales, tienen aspecto más moderno, sin que nos atrevamos a fijar su edad, pero sí desde luego, creemos convendría una investigación atenta.

A la formación arenosa, vuelven a suceder los estratos inferiores margosos con abundantes fósiles en algún sitio (acantoceras, etc.) que paulatinamente van cambiando a una formación en que dominan las alternancias de areniscas de estratificación cruzada y margas moradas y verdes cuyo aspecto es desde luego, vealdense; tal ocurre en Fuentes de Rubielos, hasta la entrada casi de Rubielos, los bordes de cuya cuenca son nuevamente de caliza aptiense (figs. 18 y 19).



Fig. 19. Extremo del borde lignitifero de Rubielos de Mora.

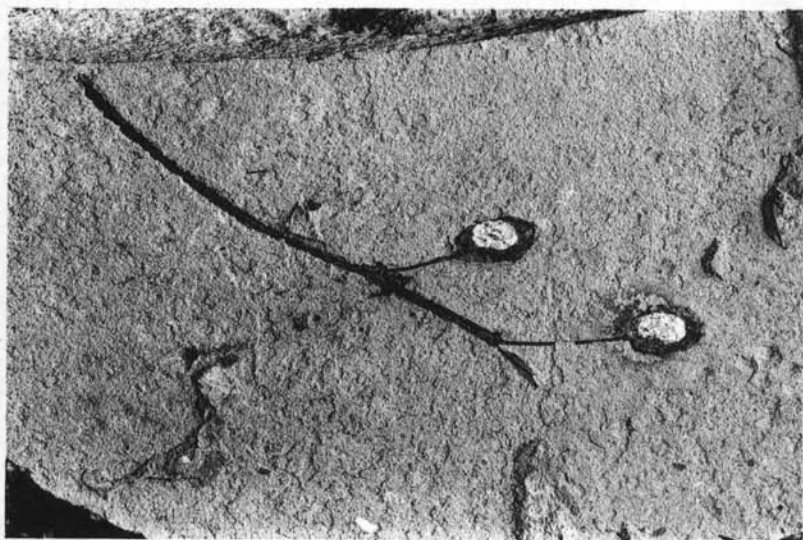


Fig. 20. Frutos que suponemos de la familia *Amigdalacea*, género *Cerassus*.

DETERMINACIÓN DE LA EDAD DE LA CUENCA

Terminada la exposición de datos, llega el momento de recoger los argumentos que sirvan para fijar la edad de los esquistos. Las razones que podemos ofrecer, no todas decisivas, son: de relación de dependencia geológica (cuenca de Rubielos); razones paleofitológicas y razones técnicas.

Efectuado el recorrido desde Ribesalbes a Rubielos de Mora, no hemos podido encontrar unidad de formación entre las dos que las sincronizase, pero basta un examen ligero de las dos cuencas disodílicas, depositadas sobre cretáceo, para comprender su identidad de formación, a pesar de las sendas diferencias de transgresión relativa entre los estratos productivos y los estériles en que se apoyan.

Ahora bien, la cuenca de Rubielos ha sido clasificada como oligocena por geólogos tan prestigiosos como los Sres. Gavala y Faura y Sans. Sin embargo, estos mismos geólogos reconocen que su juicio no puede ser definitivo, por falta de argumentos paleontológicos, y esta consideración es la que nos hace considerar nuevamente la cuestión, desde sus fundamentos, no contentándonos con seguir las normas anteriores.

Las floras encontradas en Ribesalbes y Rubielos ya hemos visto que confirman la identidad señalada por la homotaxia de ambas cuencas; son las *Ostryas* y los *Salix*, los que dan un testimonio evidente de formación simultánea. Apesar de que así establecemos el sincronismo, no aclaramos tampoco la cuestión, pues ya hemos visto que aunque la flora es terciaria y las especies dominantes en Ribesalbes propias del oligoceno, en realidad, no hay ninguna que sea en absoluto característica.

Queda la razón de tectónica, que es la que consideramos más importante.

Circunscribiéndonos a Ribesalbes, hemos visto como los esquistos, discordantes con las calizas aptienses, estaban, sin embargo, plegados juntos de modo isoclinal, es decir, obedeciendo al movimiento más energético y general de los que han afectado al país en los tiempos terciarios; dejando las cosas en este punto, y subiendo ahora a la parte alta de la cuenca, en la Balsa de Fanzara, recordaremos haber visto un isleo de calizas muy blancas horizontales, conteniendo en su masa varios *Helix*. Ahora bien, este isleo está clasificado como mioceno en la Memoria geognóstica-agrícola sobre la provincia de Castellón, de D. Juan Vilanova, y así parece confirmarlo la clasificación de los fósiles lacustres por él hallados: *Lymneas*, *Planorbis* y *Helix*, considerados como especies miocenas. Ahora bien, este depósito terciario horizontal no está plegado como el de los esquistos de la cuenca pero sí levantado unos 400 mts. sobre el mar, o sea que a una distancia escasa de 2.000 mts. hay dos isleos terciarios ajustándose a dos movimientos tectónicos distintos, más intenso y antiguo el que corresponde a los estratos más antiguos, y de emergencia con escasa desnivelación en las capas el último, referido a la última base dinámica. Esta hipótesis, se ajusta perfectamente con

la de los levantamientos alpinos; violentos y generales los oligocenos y de emergencia en masa los miocenos. Tal es la razón tectónica que nos decide a clasificar los esquistos de la cuenca como oligoceno, coincidiendo en este mismo sentido todos los demás indicios.

FLORA DE LA CUENCA DE RIBESALBES

Damos desde ahora la afirmación, prevista en la mayor parte de los estudios de paleofitología, que las determinaciones estratigráficas fundadas en la flora suelen ser poco consistentes por la gran dificultad de reunir, para cada especie, los elementos precisos de clasificación. Y esta dificultad se acentúa en los terrenos modernos por la variación de climas en las provincias y ciclos en las estaciones. Así se explican el constante debate de los tratadistas revisando las clasificaciones descriptas y figuradas, en las que a veces puede apreciarse la escasa base para la denominación precisa y el justo fundamento de crítica.

Estas razones expuestas nos obligan a ser más cautos y nuestra seguridad de determinación no llegará, la mayor parte de las veces, más allá del género.

Los ejemplares que se pueden recoger son bastante abundantes, todos correspondientes a las *Fanerógamas* en sus dos ramas *Gimnospermas* y *Angiospermas*; hay carencia absoluta de *Criptógamas*.

A las *Gimnospermas*, dentro de su familia *Coníferas* pertenecen la mayor parte de los ejemplares recogidos y

particularmente a las tribus *Taxodíneas* y *Cupresíneas* que tienen entre sí enlace y relación, pues los brotes terminales suelen ser, en muchos géneros de hojas anchas, aunque lineales, verticiladas en hoja compuesta, mientras que las ramas antiguas se cubren de hojas empizarradas: entre las *Taxodíneas* citamos como géneros *Taxodium* y *Sequoia* y entre las *Cupresíneas* los *Chamaeciparis* y *Thuýites*. De las *Abietíneas*: pinos y abetos, se encuentran pocos restos, pero muy característicos, como son ramos cortos y piñas.

Las *Angiospermas* ofrecen gran variedad aparente, por la multitud de restos que se ven en las yacijas, pero difícilmente determinables, por lo cual la clasificación definitiva hace suponer menor variación en los restos que contiene la cuenca.

De las *Monocotiledóneas* sólo encontramos fragmentos de hojas, algunas seguramente de palmito, y tallos y cañas de otros géneros.

Las dominantes son las *Dicotiledóneas*, y *Apétalas* las únicas representadas en los tres órdenes, *Amentáceas*, *Urticíneas* y *Esculíneas*: sin embargo puede decirse que casi todos los géneros que se encuentran pertenecen a las *Amentáceas* (familias *Cupulíferas* y *Salicáceas*), pues son escasos los restos de los otros órdenes.

De las *Cupulíferas* tenemos los mejores ejemplares en las tribus *Corilácea* (*Ostrya* y *Betula*) y *Quercínea* (*Faginea-Quercus*): la familia de las *Salicáceas* suministra el género *Salix*.

Son precisamente las *Amentáceas* las que nos proporcionan el lazo de unión entre las cuencas de Ribesalbes y Rubielos de Mora por medio de los géneros *Ostrya* y *Salix*.

Del orden *Urticínea* no tenemos más que una familia, la *Ulmácea* que proporciona el género *Ulmus*; del mismo modo ocurre con el orden de las *Esculíneas*, con la sola

familia de las *Aceráceas*, alguno de cuyos ejemplares de *Acer Pseudoplatanus* son preciosos.

Entre los numerosos restos que excluimos por imprecisos parecen poderse determinar con exactitud hojas de otros géneros de *Coriláceas*, como *Castañáceas*, y de *Betula*, y entre las leguminosas el género *Cytisus*.

Por fin citaremos unos frutos (figs. 20 y 21) que figuramos en la esperanza de que más adelante puedan ser precisados; entre ellos uno parece referirse al género *Cerassus*, escasamente citado fósil, inclinándonos en ese sentido la forma de su drupa carnosa, con el hueso, y el pétalo tan largo.

Si se juzga sólo por el número de ejemplares vistos, la flora está casi predominantemente representada por las *Coníferas* (*Taxodíneas*, *Cupresíneas*) con gran diferencia de todas las demás familias, llegando el número de ejemplares a representar el 70 %, mientras que las *Amentáceas* (*Ostrya*, *Quercus*, *Salix*) llegan al 12 %, representando el resto las demás citadas. El exclusivismo de las fanerógamas induce a asegurar que se trata de terrenos terciarios, mientras que el dominio de las coníferas, dentro de la flora terciaria señalada, marca una tendencia al enlace con las floras cretáceas de Portugal, estudiadas por Saporta. La presencia de los palmitos señala un límite inferior oligoceno, contribuyendo a esta apreciación los géneros citados que aproximan la determinación a las cuencas oligocenas de Armisan (Francia) y Bovey-Tracey en Inglaterra, particularmente por el dominio de las *Sequoias*, pero sin que, a nuestro parecer, se pueda decidir por la flora la clasificación oligocena.

El conjunto de los ejemplares, con alguna excepción, indica un clima más lluvioso o húmedo que el actual, y desde luego contiene géneros más septentrionales y de

occidente, como las *Sequoias* y afines, hoy de Norte-América. Todos los restos vistos eran ya caídos.

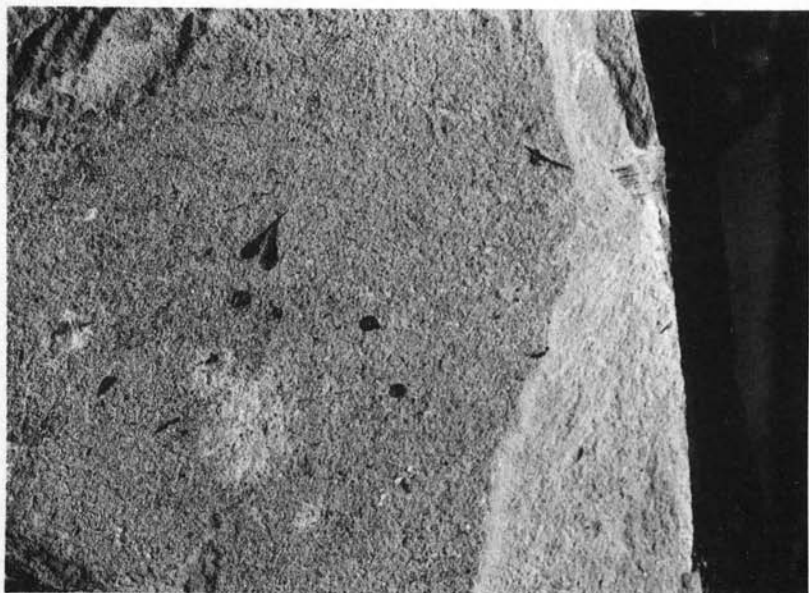


Fig. 21. Pequeños frutos frecuentemente presentes en los restos de coníferas.

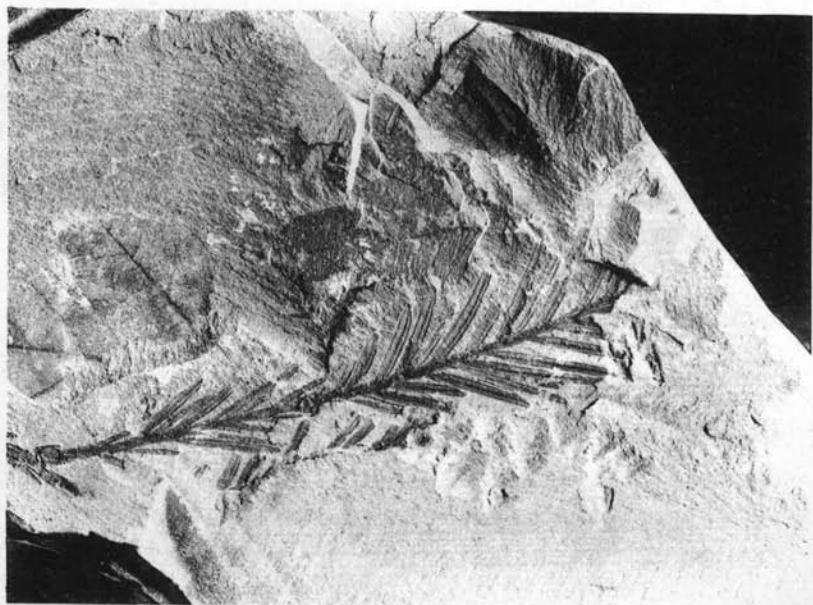


Fig. 22. *Sequoia*: parecida a la *S. Langsdorfii*, Heer.
En su pie se ven dos impresiones de *Alnus*.

FANERÓGAMAS (GIMNOSPERMAS)

FAMILIA DE LAS CONÍFERAS

Esta familia, bien caracterizada por la forma de sus hojas y ramos, está representada por tres subfamilias o tribus: *Taxodíneas*, *Cupresíneas* y *Abietíneas*.

Tribu de las Taxodíneas.—Figuran generalmente en este apartado árboles de alguna corpulencia, con la frecuente característica de estar revestidos los troncos de sus ramas de hojas escamosas, alternadas en filas, mientras que los ramos terminales tenían hojas estrechas, hasta lineares pero largas y bastante verticales en la terminación; la disposición de hojas compuestas en espiral; estos ramitos terminales eran por lo general caedizos anuales, o al cabo de varios años.

Los tres géneros que, con esta propiedad, se asemejan más a los nuestros son: los *Taxodium*, los *Glyptostrobus* y las *Sequoias*. Comparados atentamente los ejemplares recogidos con las descripciones y láminas de los géneros citados en la literatura que hemos podido procurarnos, encontramos los *Taxodium* y *Sequoias* como los más parecidos. Entre estos dos grupos de *Taxodíneas* parecen repartidos nuestros restos fósiles.

La reunión en un mismo ejemplar, de tallos basales de hojas empizarradas, ramillas terminales de hojas compuestas y conos de pocas escamas, no la hemos visto realizada más que en la *S. Nordenskiöldi* de Haer.

Los *Taxodium*, dominantes en todo el terciario, tienen dos especies vivientes, el *T. distichum*, Rich en los pantanos de América del Norte y otro en México. La especie más frecuente en el terciario es la *T. Miocenicum*, Heer, que se extendió desde Italia y Sur de Francia hasta el Spitzberg. Las hojas de nuestros ejemplares son más clareadas que las del *T. Miocenicum* pero la forma redondeada, en algunos de los casos, es la misma.

Las *Sequoias*, aparecidas en el cretáceo, se desarrollan en el terciario y terminan por cumplir, como los *Taxodium*, la ley de emigración hacia occidente en las especies vivientes.

Las *Sequoias*, en la Península Ibérica, han sido citadas por primera vez en el cretáceo de Portugal, por Saporta (*S. lusitanica*, Heer).

En las cuencas oligocenas de Armissan y Bovey son las *Sequoias* bastante abundantes como ocurre en Ribesalbes.

Nuestros restos, que damos en las figuras 22 a 30, se pueden agrupar en tres apartados: las figs. 22, 23 y 24 parecen pináceas, pero la ausencia de ramos cortos y la forma general alejan esa impresión.

Las figs. 27, 28 y 29 tienen hojas muy aclaradas y demasiado estrechas para *Taxodium*, y por fin, las fig. 25, 26 y 30 tienen hojas no pecioladas, como las anteriores, pero cortas y anchas. En la descripción de las láminas hemos dado las mayores semejanzas encontradas.

Cupresíneas.—Atribuimos a este grupo todo el conjunto de ramitas escamiformes, cuyas hojitas pequeñas y pun-

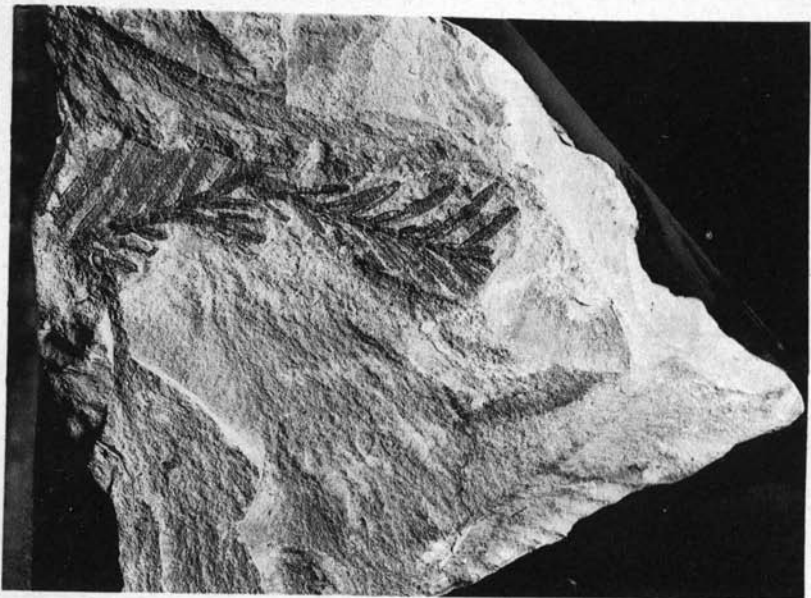


Fig. 23. *Sequoia*: parecida tambien a la *S. Langsdorffi*, Heer.

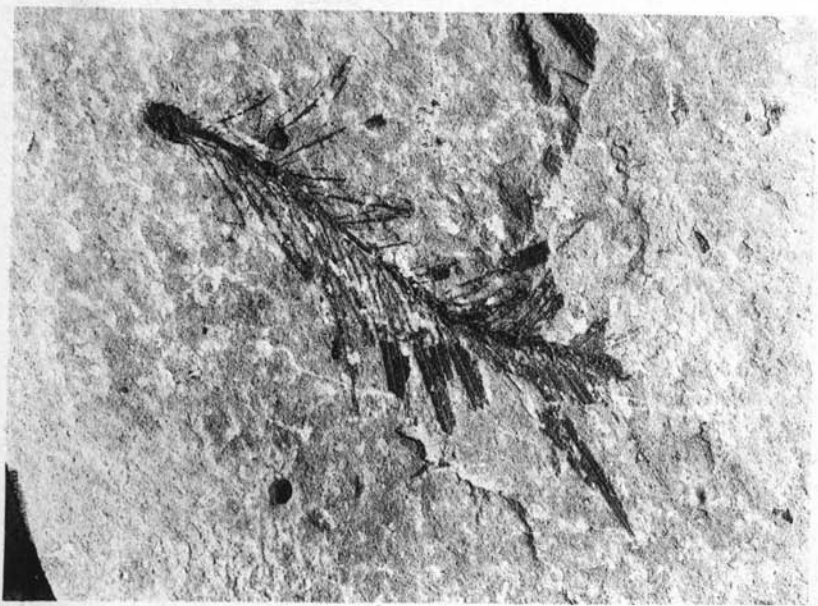


Fig. 24. Ramos terminales de *Taxodium* recordando el *Taxites Otriki*, Heer.



Fig. 25. Ramos terminales de *Taxodium* recordando el *Taxites Otriki*, Heer.

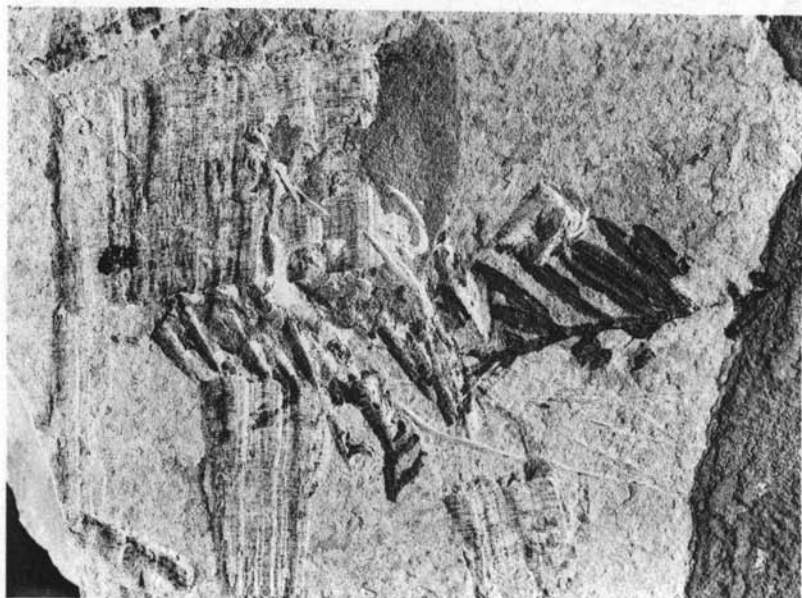


Fig. 26. *Taxodinea* de hoja ancha.



Fig. 27. *Taxodinea* de hoja estrecha, parecida a la *Sequoia angustifolia*, Heer.

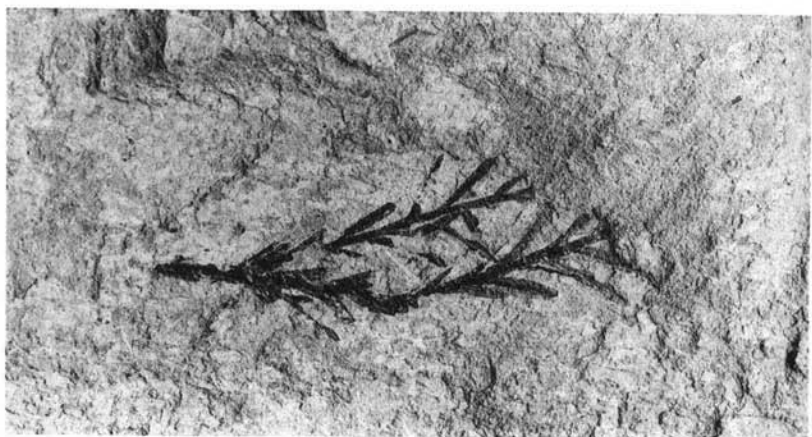


Fig. 28. Ejemplar de *Sequoia* muy parecido a la *S. rigida*, Heer.



Fig. 29. Ejemplar de *Sequoia* muy parecido a la *S. rigida*, Heer.

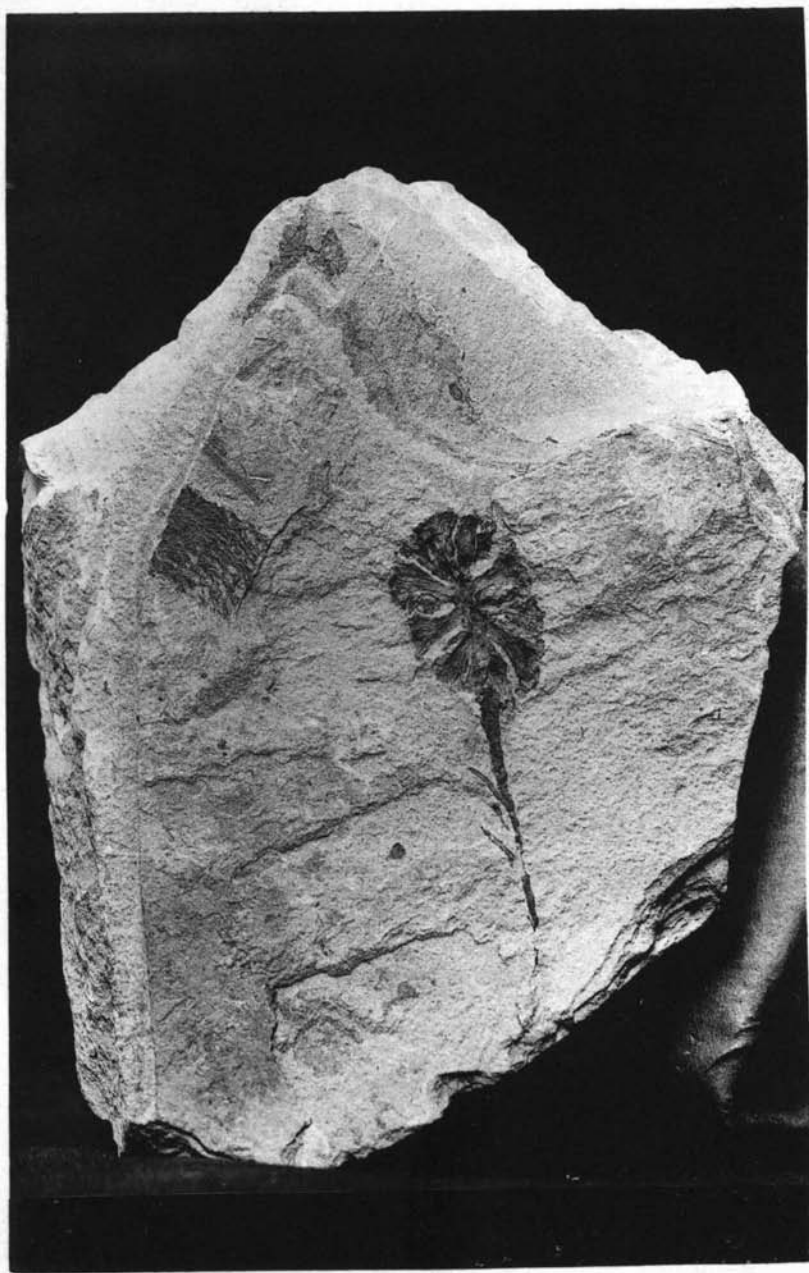


Fig. 30. *Sequoia*. Cono abierto por aplastamiento, mostrando cuatro escamas del vertice a la inserción. Tiene gran semejanza la *S. Conltsiae*, Heer. (Oligoceno de Bovey).

tiagudas se aplican sobre el tallo en varias series de verticilos alternados.

No habiendo podido señalar de un modo concreto las escamas ovulíferas en los ejemplares recogidos, no podemos precisar la diferencia entre nuestras *Taxodíneas* en sus ramas inferiores, y algunas de las *Cupresíneas* que ofrecemos.

En realidad y teniendo en cuenta que todos los géneros de esta tribu son bastante polimorfos, no queda más elemento de juicio que las disposiciones verticiladas en columnas, de las hojas más o menos puntiagudas o rombales que revistan los troncos. En esta necesaria indeterminación se encuentra siempre parecido entre: *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Sabina*, *Callitris*, etc. y a esto sin duda obedece la formación de géneros que, como el *Thuyites*, Brong., no contiene más que restos de ramas terminales de estas coníferas.

En esta situación quizás pudiese resultar lógico el aproximar los restos encontrados a las sabinas actuales, que hoy se encuentran en la costa de Levante sobre los llanos de Ribesalbes, pero en realidad la forma de dicotomización de los ramos nuestros es mucho más parecida al *Chamaecyparis*, y por otra parte nunca hemos visto las hojas puntiagudas y bien separadas que suelen ser tan características en el grupo *Juniparus*, L. Por estas consideraciones, que a un tiempo son salvedad de imprecisión, encasillamos nuestros géneros entre los *Chamaecyparis*, *Cupressus* y *Thuyites*, marcando en las láminas (figs. 31 a 37) las semejanzas encontradas con otros géneros.

CHAMAECYPARIS. Spach.—Ramas alternantes, ascendentes u horizontales. Hojas cortas dispuestas en cuatro filas, en verticilos alternados de dos en dos. Hojas puntia-

gudas, más aciculares al parecer cuanto más inferiores; en cambio las hojas faciales suelen ser rómbicas. Conos esféricos. Es género bastante poliformo. Habita regiones montañosas. Japón y Carolina. La *C. europaea*, Sap. en el oligoceno y mioceno de Norte-América. Todos los restos encontrados por nosotros eran caídos.

En el *Cupressus*, las ramas son ascendentes u horizontales, hojas en columna verticilada, de dos o tres. Cuando las ramas son más antiguas se distancian y alargan las hojas, separándose. Los frutos son esféricos, de pocas escamas leñosas.

Abietíneas.—Aunque mucho menos representadas que las otras tribus de las coníferas, los restos son frecuentes y su identificación indudable, no sólo por la forma de los ramos, sino por la existencia de los braquiblastos y frutos. Se encuentran dos géneros: *Pinus* y *Abies*. El primero con sus piñas ovales y ramos cortos y el segundo con las piñas alargadas (figs. 38 a 44).

Granos y escamas son abundantes, en las yacijas de las *Sequoias* y *Sabináceas* (figs. 24, 25, 28, 29 y 30). Es indudable que hay un enlace de semejanza entre las hojas de estos pinos y las de algunas *Sequoias* y *Taxodium*.

En el oligoceno de Armisan abundan también las *Abietíneas*.

MONOCOTILEDÓNEAS

Sus restos son escasos y únicamente pueden referirse a la clase de las Monocotiledóneas algunos fragmentos de hojas ensiformes de nerviación paralela, que recuerdan, de un modo muy llamativo, hojas de palmito, sin que nos



Fig. 31. *Cupresineas*. Ramo frondoso de *Chamaecyparis europaea*, Lap. (?)

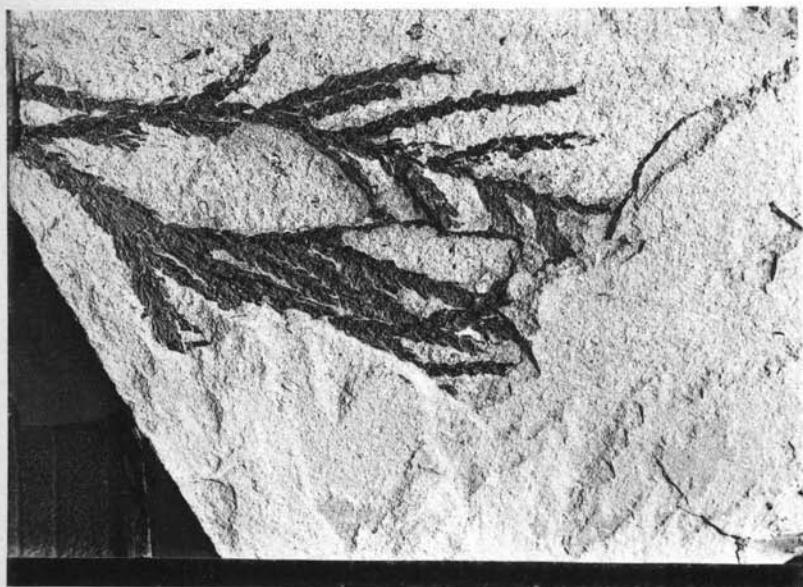


Fig. 32. Ramo de *Chamaecyparis* parecido a la *Biota*.
Escamas en cuatro filas con tendencia a hojas.



Fig. 33. *Cuprestina*. Gran parecido con la *Libocedrus saliniana*, Heer.



Fig. 34. Tallo con escamas agudas y muy separadas mostrando su transito a hojas.



Fig. 35. Fragmento de ramo muy semejante al *Thuyites Oosteri*, Heer. (?)

Fig. 36. Ramo parecido al *Thuyites Callitrina*, Ung.

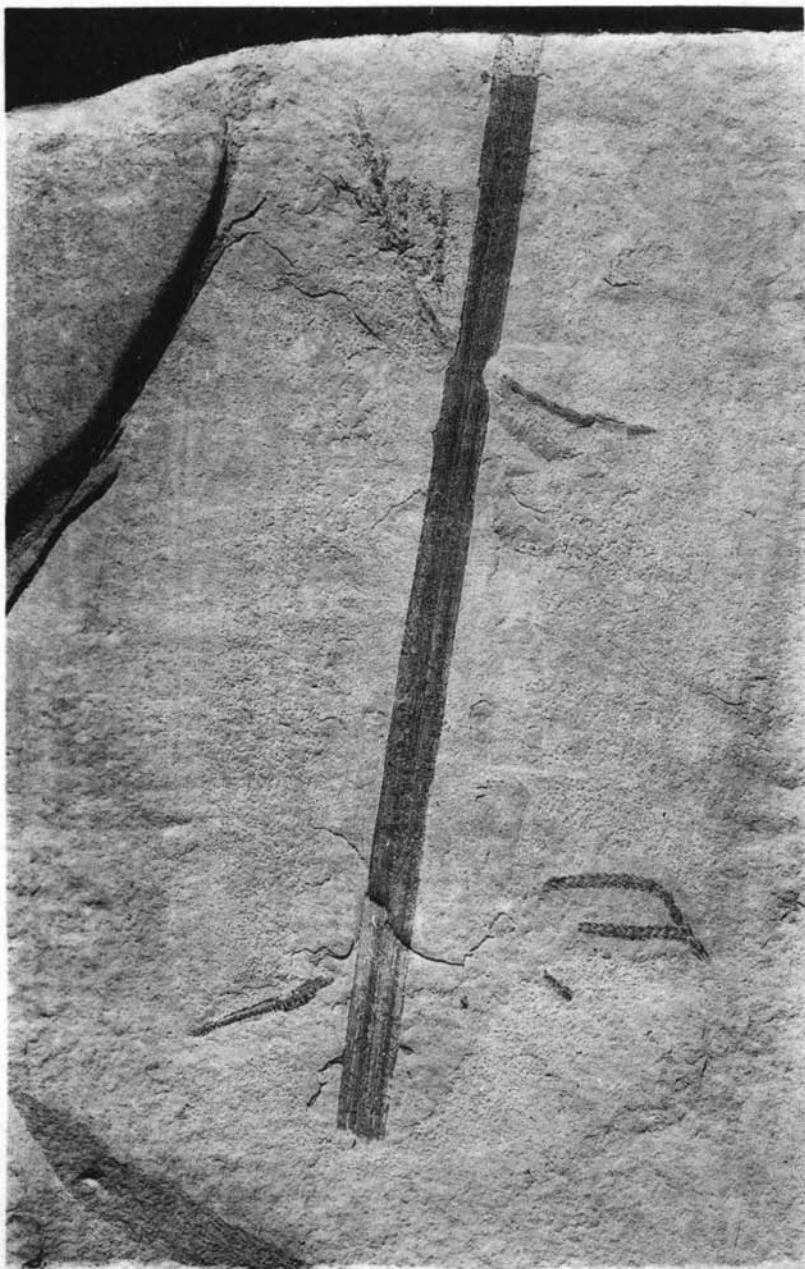


Fig. 37. *Cupresineas*. Ramitis de Thuyites y tallo de *Monocotiledoneas*.

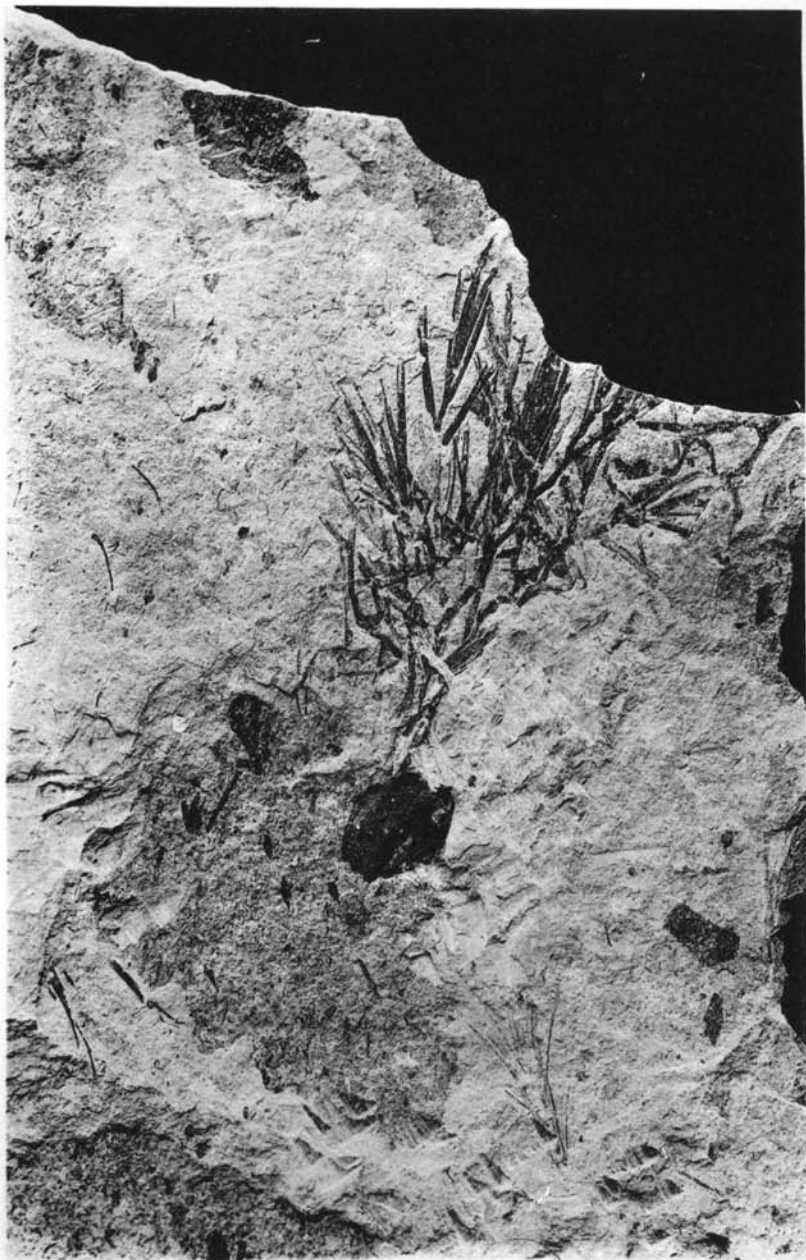


Fig. 38. *Abietineas*. Ramo de Pino picea (?) con granos y escamas sueltas.



Fig. 39. *Abietineas*. Braquiblasto con impresiones dicotiledoneas.

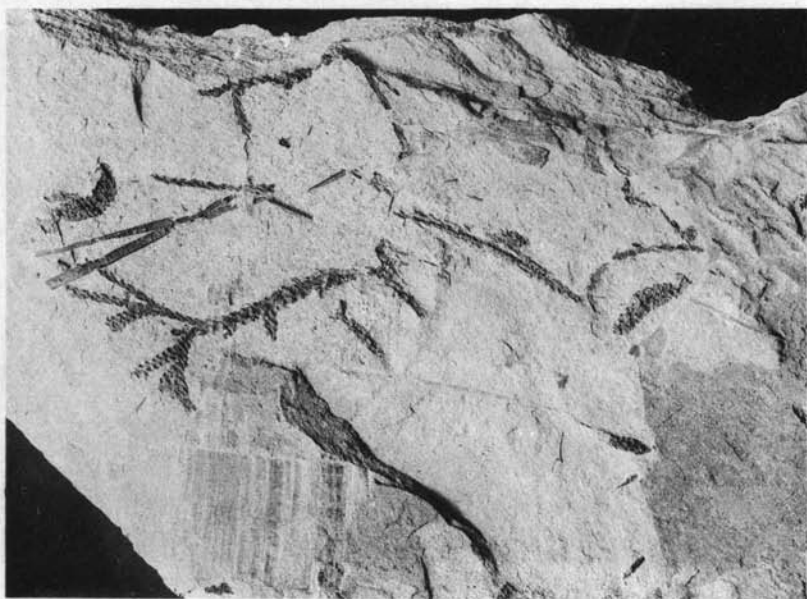


Fig. 40. *Abietineas*. Braquiblasto con *Cupresineas*.

atrevamos a fijar género, pero sí se puede asegurar la familia de las palmáceas (fig. 45).

También hemos recogido tallos (fig. 36) y trozos de madera, compuestos de fibras finas, representando las extremidades de los hacecillos vasculares.

Por fin, quizás pudiesen referirse a las monocotiledóneas los frutos de las figs. 46 y 47 que parecen de *Nipa* o sea afines a las palmeras.

DICOTILEDÓNEAS

Esta clase se encuentra ampliamente representada en el yacimiento de Ribesalbes, pero, al contrario de lo que ocurría con las coníferas, la abundancia de dicotiledóneas se refiere más a la diversidad, y aun cuando no citemos más que 4 familias: *Cupulíferas*, *Salicáceas*, *Ulmáceas* y *Aceráceas*, hay un número muchísimo mayor de restos que dejan adivinar clasificaciones muy diversas, pero sin que nos atrevamos a concretar más que las citadas.

En el orden de las *Amentáceas* se nos ofrecen dos familias: *Cupulífera* y *Salicácea*, que, aparte de su valor intrínseco, tienen el de servir de enlace con la flora de Rubiellos de Mora. Son eslabones foliáceos, entre ambas cuencas, hojas de *Ostrya* (fig. 48) y de *Sauce* (fig. 49).

CUPULÍFERAS

En esta familia creemos asegurar dos tribus: *Betuláceas* y *Coriláceas*. Figuran entre las primeras, hojas de nerviación bien penada, craspedodroma y de nervios rectos y paralelos, las suponemos de los géneros *Alnus* y *Betula* (fig. 50).

El grupo de las *Coriláceas* está representado en Ribe-

salbes por hojas de *Ostrya* y otras bastante afines, que podrían referirse al género *Carpinus*.

Merece atención el precioso ejemplar figurado en la figura 51 que clasificamos como *Ostrya Atlantidis*, Ung, por ajustarse a la descripción y figura que da Saporta (Manóscue, pl. XV, fig. 12).

Las hojas, con peciolo muy corto, son obtusas y hasta redondeadas por su parte inferior, y lanceolado elípticas o acuminadas en el vértice, y los bordes están ocupados por una corona doblemente dentada, de dientes pequeños y otros mayores y más agudos, alternados, ocupando ambos las dicotomizaciones finales de las nervaduras. Estas son plumeadas, paralelas, de inserción algo aguda en el eje, y en número de 15 a 18 pares.

Algunas otras hojas de *Ostrya* son bastante parecidas a la *O. Numiles*, Sap., del yeso de Aix (oligoceno inferior) y a la *O. Tenerrina* Sap., del oligoceno medio de St. Zacharie y del oligoceno superior de Armisan.

La *O. Atlantidis*, Ung, es del mioceno inferior según Saporta.

En la cuenca de Rubielos, además de las hojas de *Ostrya*, hemos encontrado, entre las *Coriláceas*, otras de *Corylus* muy bien caracterizadas y hasta frutos con peciolo.

En la tribu de las *Quercíneas* encontramos varias hojas coriáceas, y con algunas espinas, de bordes lobados o acanalados; en esta determinación recordamos que la mayor parte de las hojas de las quercíneas actuales ofrecen muchas variaciones de forma hasta en el mismo individuo y en ramas semejantes de la misma especie (figs. 52 y 53).

Nuestra hoja (fig. 52) se parece a la *Quejigota* por tener toda la parte inferior del limbo en borde liso, mientras está dentado y espinoso el contorno del tercio superior, siendo la nerviación poco marcada, craspedodroma.

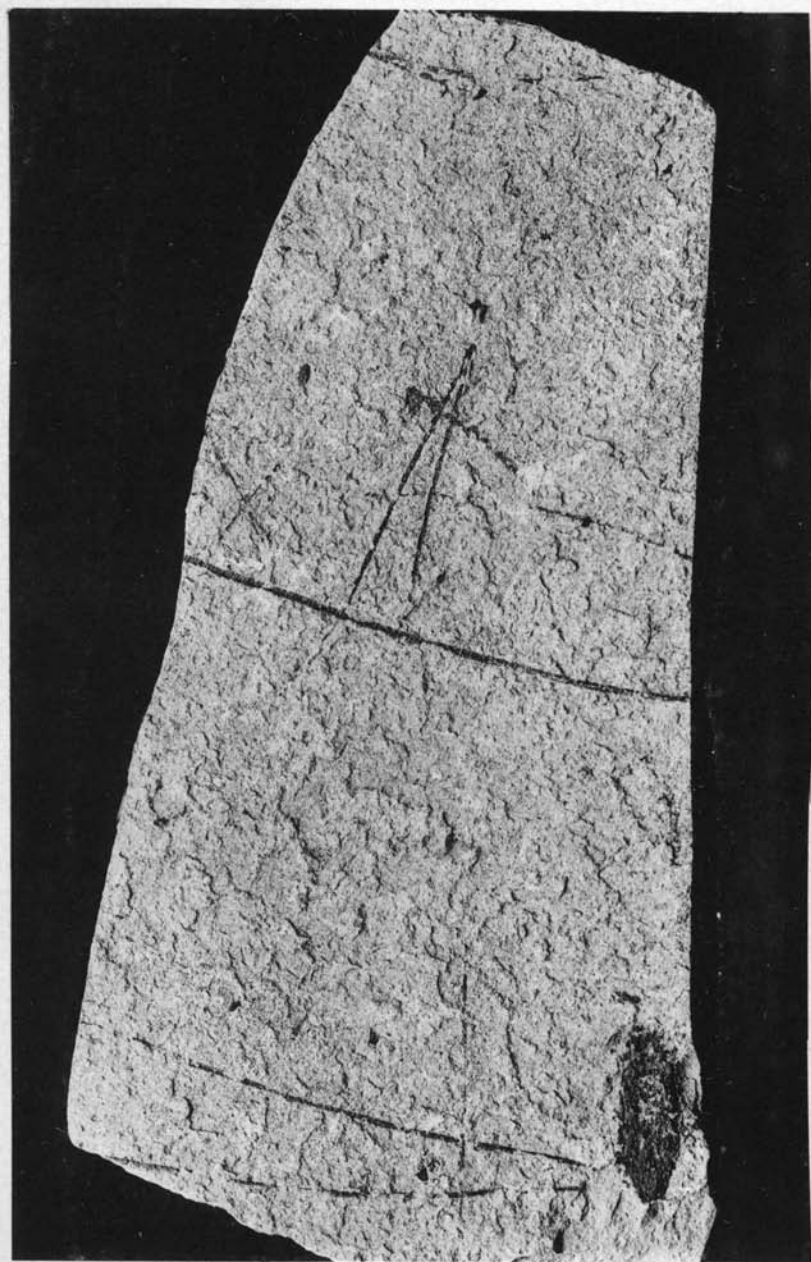


Fig. 41. *Abietineas*. Dos ramos cortos de pino y una piña de abeto.

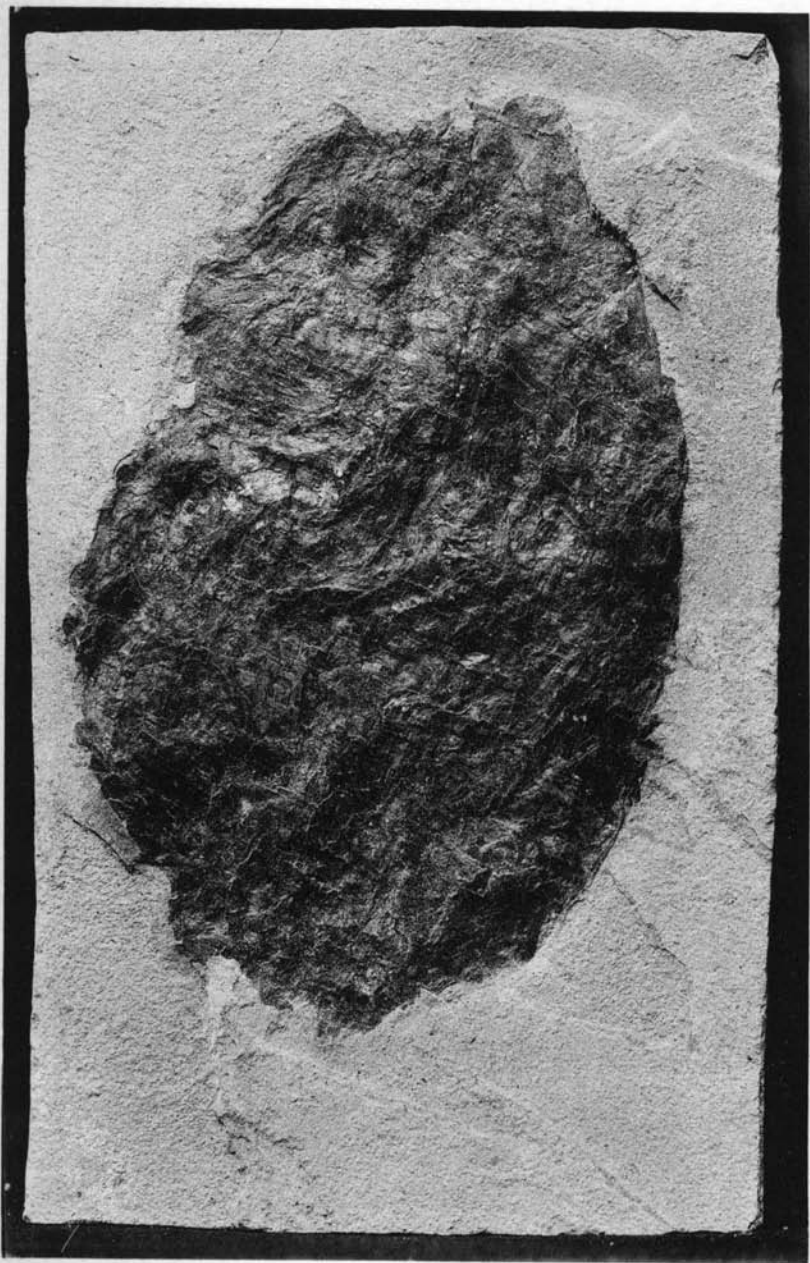


Fig. 42. *Abietinae*. Cono de *Pinus pinea*. (Forma oval característica del pino piñonero.)

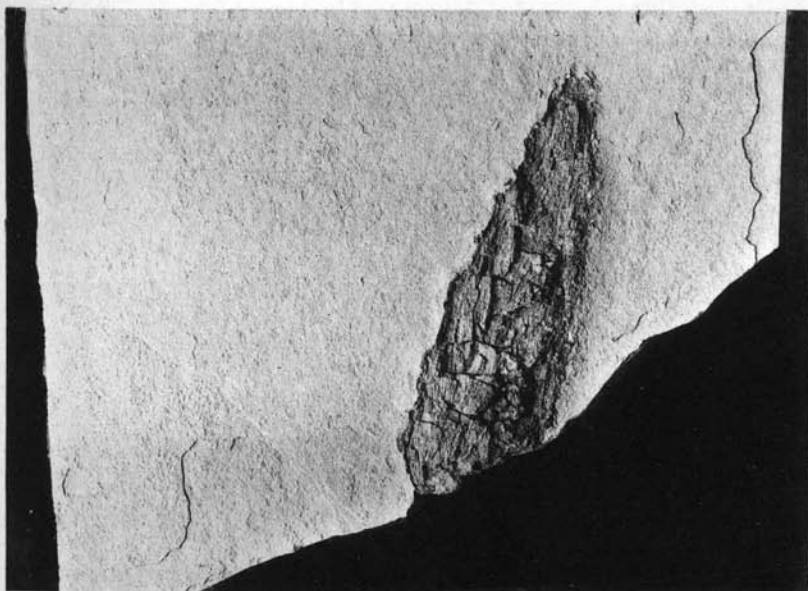


Fig. 43. Cono de *Abies* de forma alargada, con señales paralelas de las hojas coriáceas.

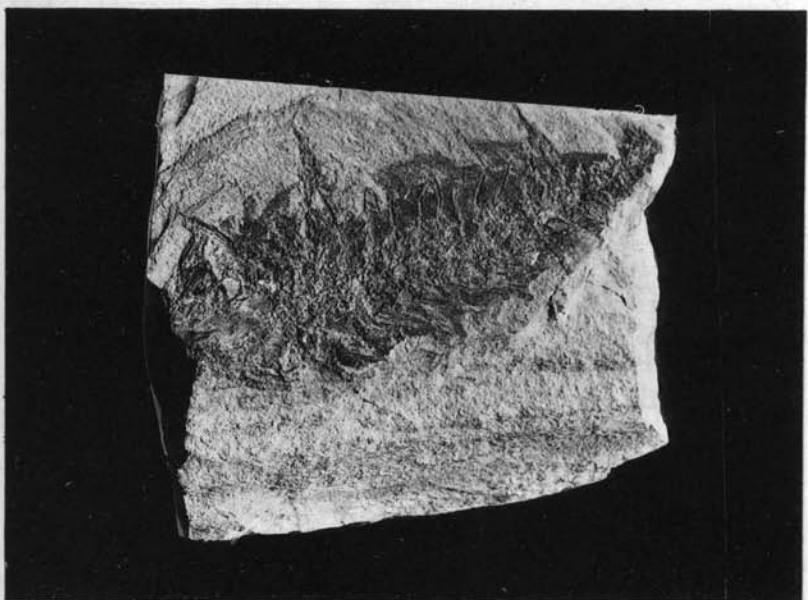


Fig. 44. Cono de *Abies* de forma alargada.



Fig. 45. *Monocotiledoneas*. Género *Chamaeros* (?). Extremo de una hoja de palmito.

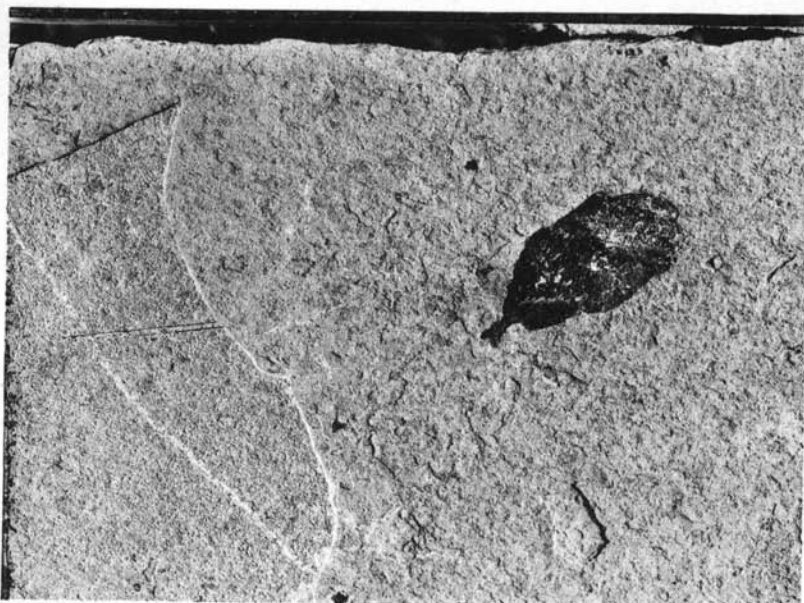


Fig. 46. Involucros pedunculados que se asemejan a conos de *Cupresaceas* (*Cupresus*.)



Fig. 47. Involucros pedunculados que se asemejan a conos de *Cupresaceas* (*Cupresus*.)

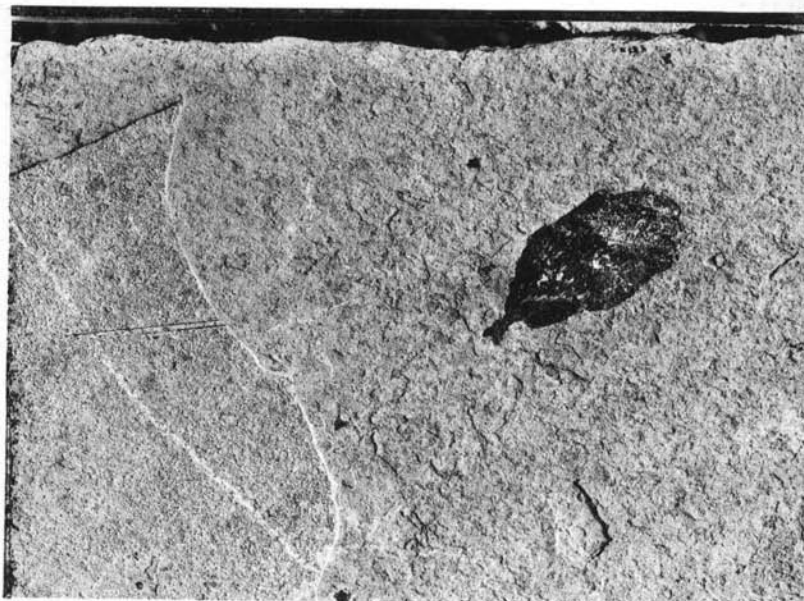


Fig. 46. Involucros pedunculados que se asemejan a conos de *Cupresaceas* (*Cupresus*.)

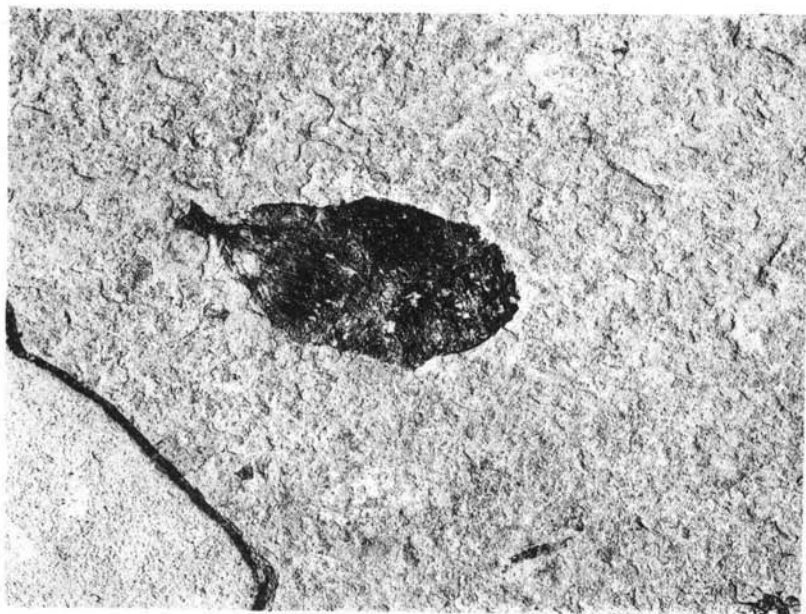


Fig. 47. Involucros pedunculados que se asemejan a conos de *Cupresaceas* (*Cupresus*).

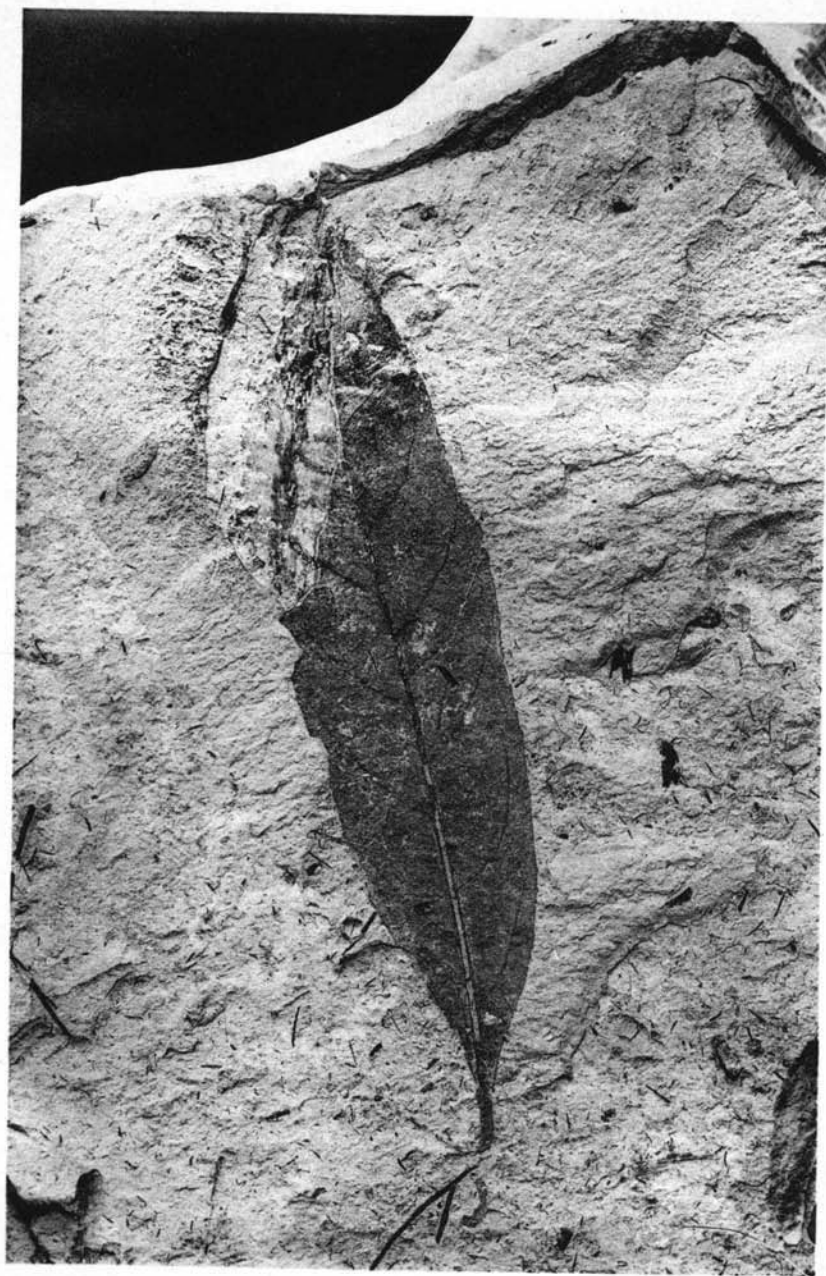


Fig. 48. Orden *Amentaceas*: familia *Cupulifera*: tribu *Corilacea*. Hojas de *Ostrya*.

En la misma lámina hay varias espinas de rosáceas.

Tenemos hojas de *quercus* alargadas, pero en esas es imposible la determinación específica (fig. 54).

SALICÍNEAS

Las hojas de *Salix* son mucho más abundantes, y mejor conservadas, en Rubielos que en Ribesalbes, pero en ambos sitios el género parece indudable. Las hojas tienen una nerviación media fuerte, con muchos nervios secundarios desiguales, insertos en ángulos muy abiertos. Los nervios más largos que van hacia el borde, se terminan por un arco cóncavo hacia arriba dando lugar a la nerviación camptodroma y se vuelven a reunir paralelamente al borde, (fig. 55).

La figura es más bien lanceolada en las especies de Ribesalbes; en Rubielos hay muchas hojas oblongas o elípticas, lisas o dentadas sencillas.

Son muy frecuentes en el terciario.

ULMÁCEAS

Referimos al género *Ulmus* hojas de nerviación camptodroma, peninervadas, por lo general de 6 nerviaciones secundarias, bastante verticales y alternadas, más fuertes en la base.

La inserción es desigual, quedando bien señalada la hoja inequilátera (fig. 56).

ACERÁCEAS

Son muy abundantes en todo el terciario, desde el oligoceno inferior.

Atribuimos al género *Acer*, en su especie *Pseudoplatanus* la hoja palmitilobada de la fig. 57 que es de las más delicadamente impresas que hemos encontrado.

Este ejemplar parece dar un índice de modernidad, pues se encuentra viviente en el Sur de Europa.

Algunas otras hojas palmeadas, incompletas, se duda si incluirlas entre los *Acer* o los *Populus*.

FRUTOS NO CLASIFICADOS

Reunimos en este apartado los frutos de las figuras 20, 21, 46 y 47.

Los de las figuras, 46 y 47, involucros penduculados, se parecen a conos de cipreses, pero sus estrías longitudinales y el ensanchamiento en las inserciones nos hacen dudar fundadamente.

También recuerdan a frutos de *Nipa*, grupo de *Monocotiledóneas* afín a las palmeras.

La fig. 20 la incluimos, de un modo dubitativo, en la familia de las *Amigdaláceas*, género *Cerassus*. Nos inclinan en este sentido la longitud y debilidad de los pedicelos, lo redondeado e igual de las drupas carnosas y la presencia de los huesos internos. Si bien es cierto que las cerezas, en las especies más corrientes, se insertan en racimo, con todos los pedúnculos en un solo sitio, también hay variedades en que se reparten en varios sitios del tallo. Otra objeción importante sería la escasez de estos restos al estado fósil y por estas razones nos decidimos a dar la figura con denominación dudosa.

Los frutos pareados de la fig. 21 es difícil suponer con fundamento a qué género se refieren; los vemos unidos a granos de *Cupresíneas*.



Fig. 49. Orden *Amentaceas*: familia *Salicinea*: Hojas de *Salix*.



Fig. 50. Orden *Amentaceas*: familia *Cupulifera*: tribu *Corilacea*.
Impresiones que atribuimos a los géneros *Alnus* o *Betula*.

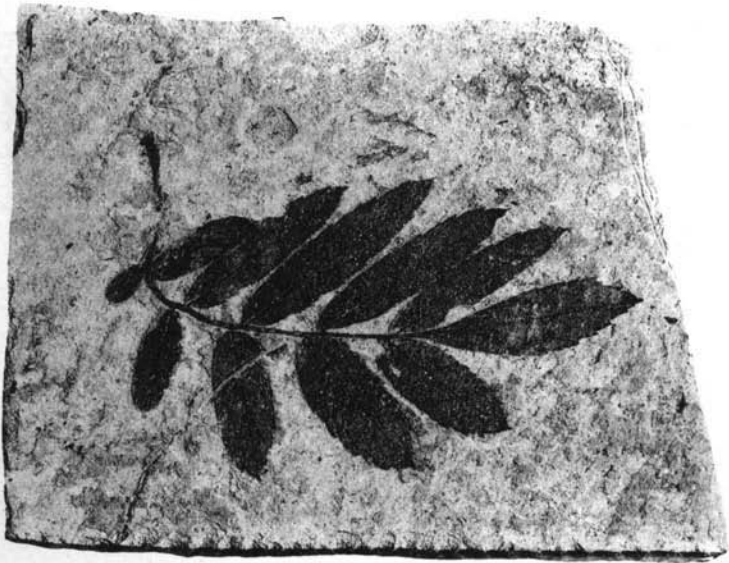


Fig. 51. Tribu *Corilacea*. *Ostrya allantidis*, Ung.



Fig. 52. Orden *Amentaceas*: familia *Cupulifera*: tribu *Quercinea*: género *Quercus*.
El ejemplar parece *Quercus humilis* (quejigueta) y en la misma placa se ven espinas de rosáceas.



Fig. 53. Orden *Amentaceas*: familia *Cupulifera*: tribu *Quercinea*: género *Quercus*.



Fig. 54. Impresiones foliaceas alargadas que atribuimos a *Quercineas* o *Castañaceas*.

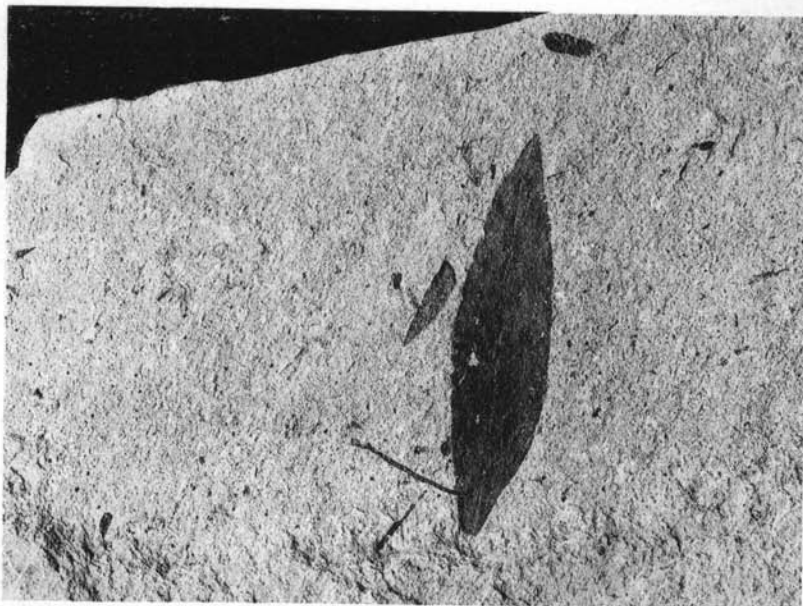


Fig. 55. Orden *Amentaceas*: familia *Salicineas*: género *Salix aquensis*, Sap (?).

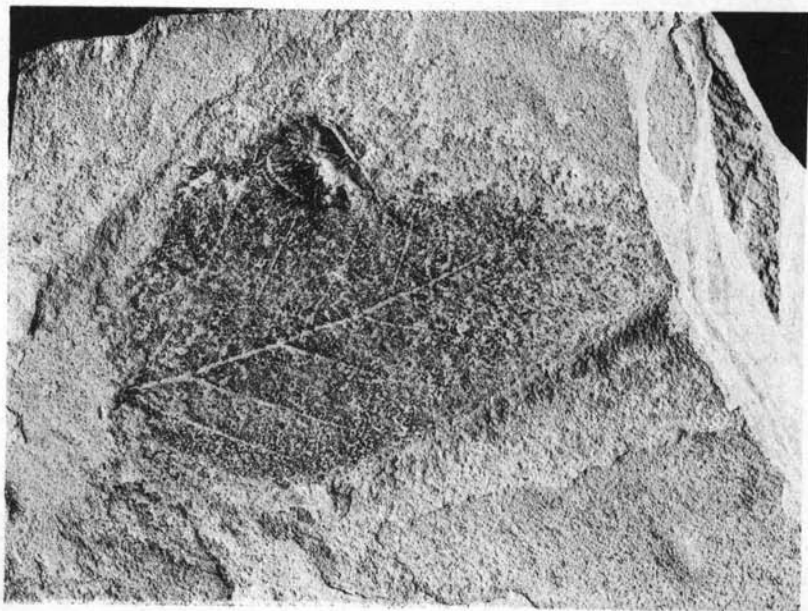


Fig. 56. Orden *Urticineas*: familia *Ulmaceas*: género *Ulmus*.
Se aprecia bien la inserción desigual.

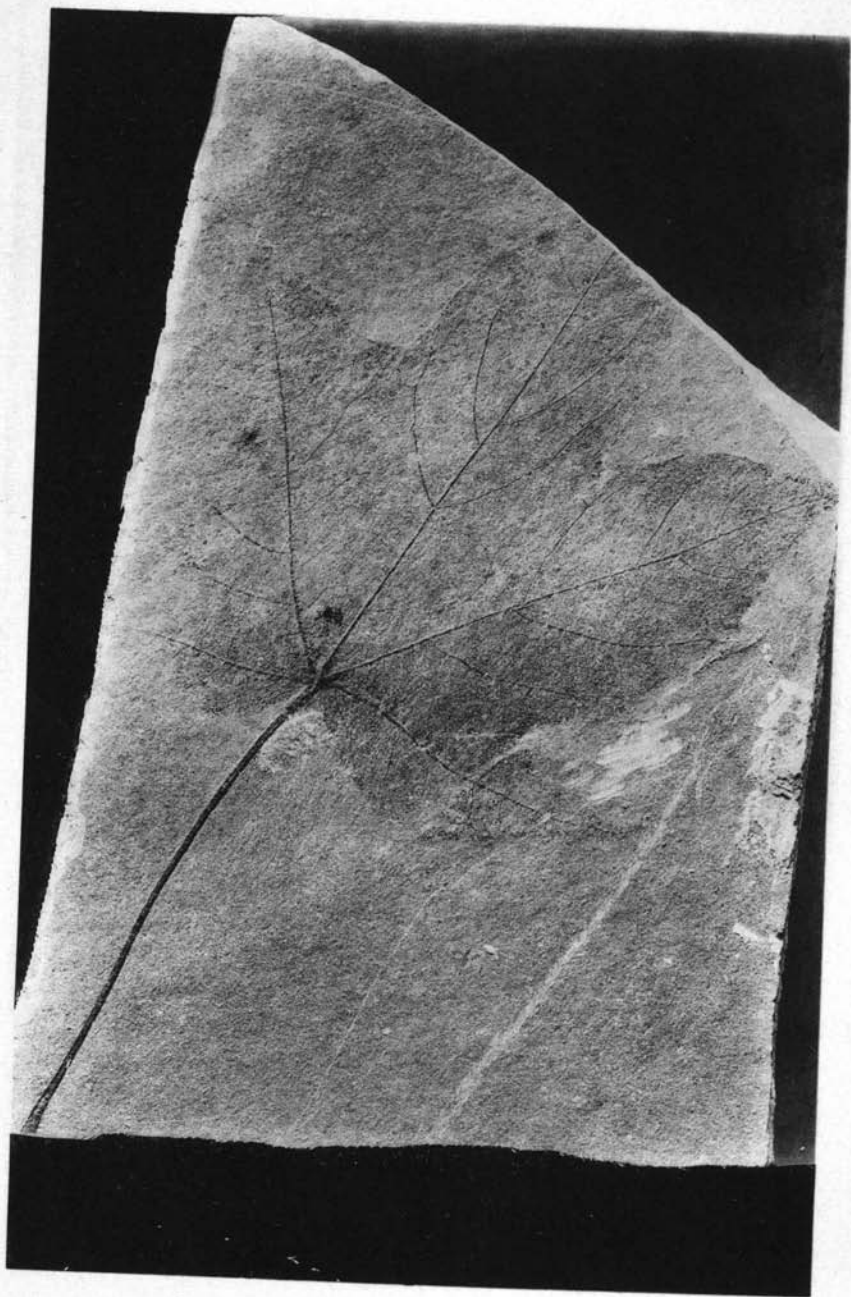


Fig. 57. Orden *Esculineas*: familia *Aceracea trifoliada*: especie *Acer pseudoplatanus*.

FLORA DE RUBIELOS

Aun no siendo este lugar apropiado, diremos en dos palabras, que las familias dominantes en Rubielos son las *Cupulífera* y *Salicínea*. Las hojas de *Ostrya* y avellana se encuentran en una magnífica conservación, habiendo encontrado también avellanas enteras con pedúnculo.

Las hojas de Sauce son verdaderamente modelo de conservación, pues ofrecen en la substancia verde rojiza de la planta hasta las últimas divisiones y celdillas de las dicotomizaciones continuadas de los nervios terciarios, hasta formar los plexos o redes que forman el esqueleto de estas hojas.

Por lo general los restos son abundantísimos, aunque es difícil obtener hojas completas. Todos se refieren a la clase de las *Dicotiledóneas* y por lo general tan bien conservados, en cuanto a materia, que conservan el color rojizo o verdoso de la clorofila y así se dibujan finamente, en obscuro, sobre los esquistos más claros.

Tanto en el caso de Ribesalbes como en el de Rubielos de Mora (Teruel) creemos debía de hacerse una recogida de material abundante, por una comisión de Botánicos que pudieren precisar la flora moderna de estas cuencas.

FAUNA DE LA CUENCA DE RIBESALBES

Así como los ejemplares de flora fósil recogidos en esta cuenca, dadas sus dimensiones relativamente reducidas, son numerosísimos y bastante variados, la fauna es muy escasa aunque muy interesante y perfectamente conservada. Se asemeja mucho a la encontrada en las pizarras bituminosas de Libros (Teruel), que ha sido en gran parte estudiada y descrita por el P. Navás *S. J.* quien eficazmente nos ha auxiliado en el examen de los vertebrados encontrados por nosotros.

Aparte de los fósiles que corrientemente se encuentran en los terrenos en que encaja dicha cuenca, y de los que someramente hemos hecho mención en la parte descriptiva de la geología de la región, sin que por su importancia merezcan un estudio más detenido, es en la parte rica del criadero, en las verdaderas disodilas y juntamente con la flora ya descrita, donde hemos encontrado esos preciosos ejemplares de fauna que tienen la particularidad de pertenecer todos ellos a ramas muy elevadas en la serie zoológica: insectos, batracios y reptiles.

Dejando la descripción y estudio de los primeros para

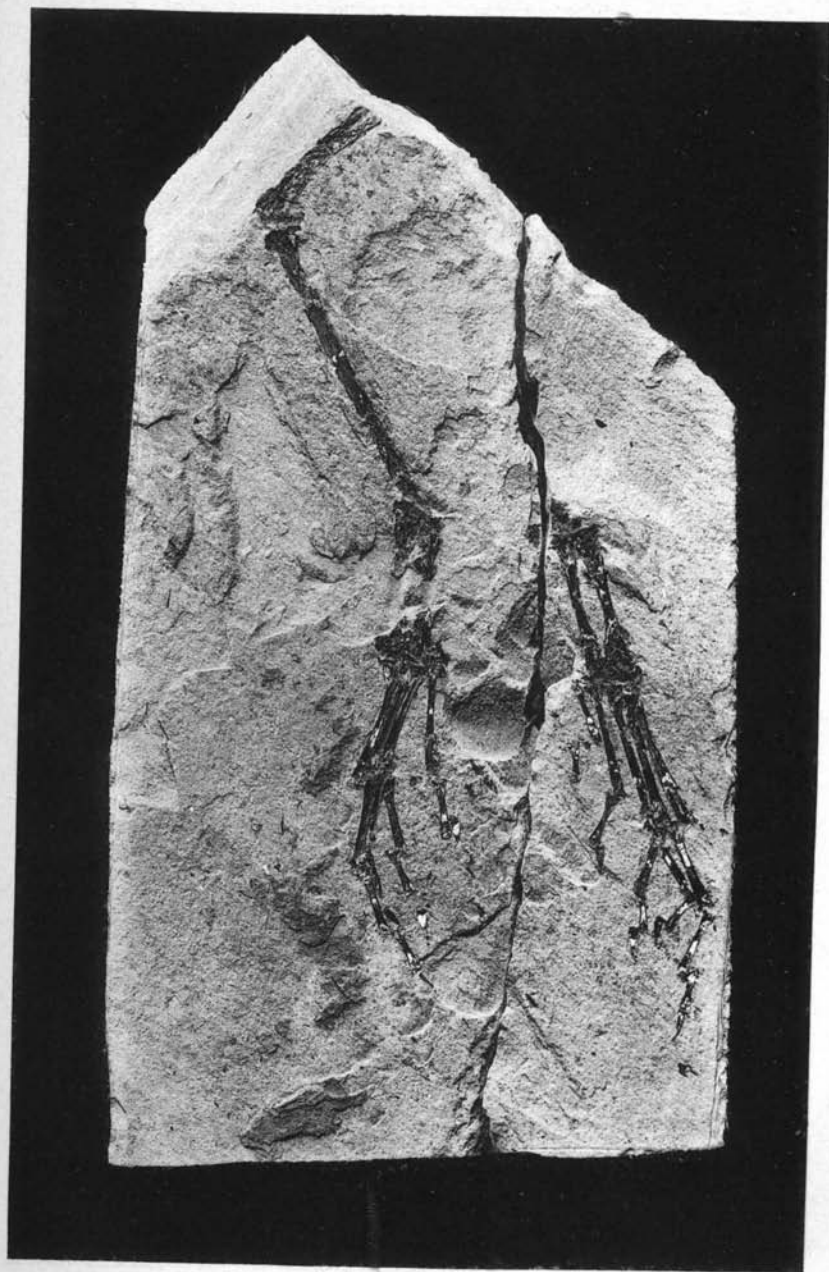


Fig. 59. Otro ejemplar incompleto de *Rana* de la cuenca de Ribesalbes.



Fig. 60. *Rana Pueyoi*, Navás, de Libros (Teruel).

pecie diferente, aunque es muy aventurado el formular una afirmación categórica mientras no se consiga encontrar un ejemplar completo y compararlo con los recogidos en otras cuencas nacionales, que no sean precisamente la de Libros, o extranjeras.

Como tipo de comparación, publicamos junto a las fotografías de las encontradas por nosotros (figs.58 y 59), la del precioso ejemplar de *Rana Pueyoii* regalada a este museo por el P. Navás, (fig.60).

Otro de los fósiles encontrado en Ribesalbes (fig.61) y que se asemeja grandemente al hallado en Libros, que reproducimos en la fig 62, nos pareció a primera vista pertenecer a la familia de los *Lacertidos* con los cuales tiene gran semejanza, aun cuando las crestas que rodean el cuello parecen indicar la existencia de una piel blanda y no cubierta de escama, como en aquéllos. Por su edad también encaja perfectamente en esta familia, pues aunque sus individuos aparecen en el jurásico superior, adquieren su verdadero desarrollo en los terrenos terciarios y con formas muy parecidas a las vivientes; su elemento distintivo principal son los dientes, que faltan en el que tenemos a la vista.

Tal vez pudiera tratarse también de un batracio urodelo, en cuyo caso habría que compararle cuidadosamente con los géneros *Triton* (*Molge*), Laur. y *Salamandra*, Laur. aun cuando este último tiene el cuerpo más grueso y la cola más corta.

Los caracteres generales de los ejemplares de Ribesalbes y Libros, comunes a ambos en su mayor parte, son los siguientes: cabeza más larga que ancha; mandíbula superior presentando en su parte anterior una escotadura más o menos pronunciada; cuerpo delgado; cola cilíndrica, no comprimida; tarso y carpo osificados; cinco dedos en cada

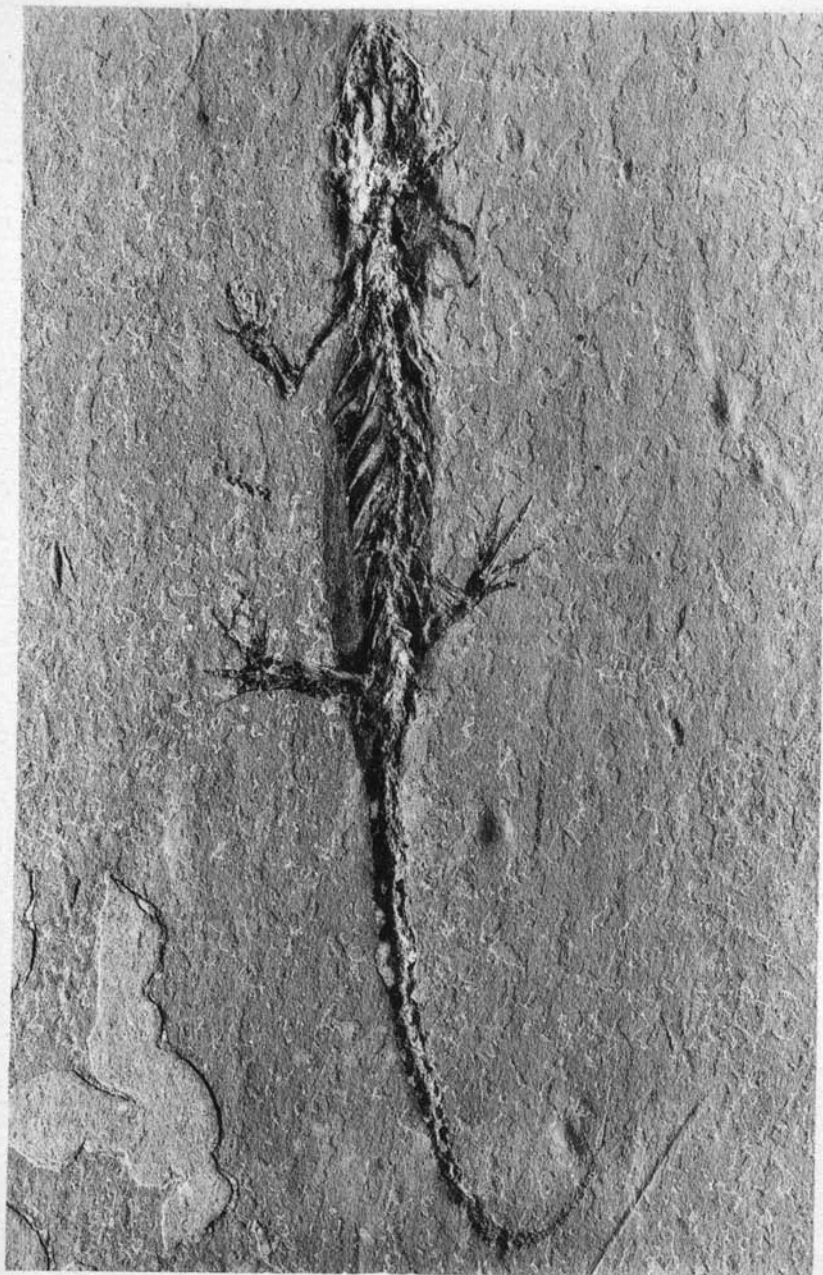


Fig. 61 . *Lacertido* encontrado en la cuenca de Ribesalbes.

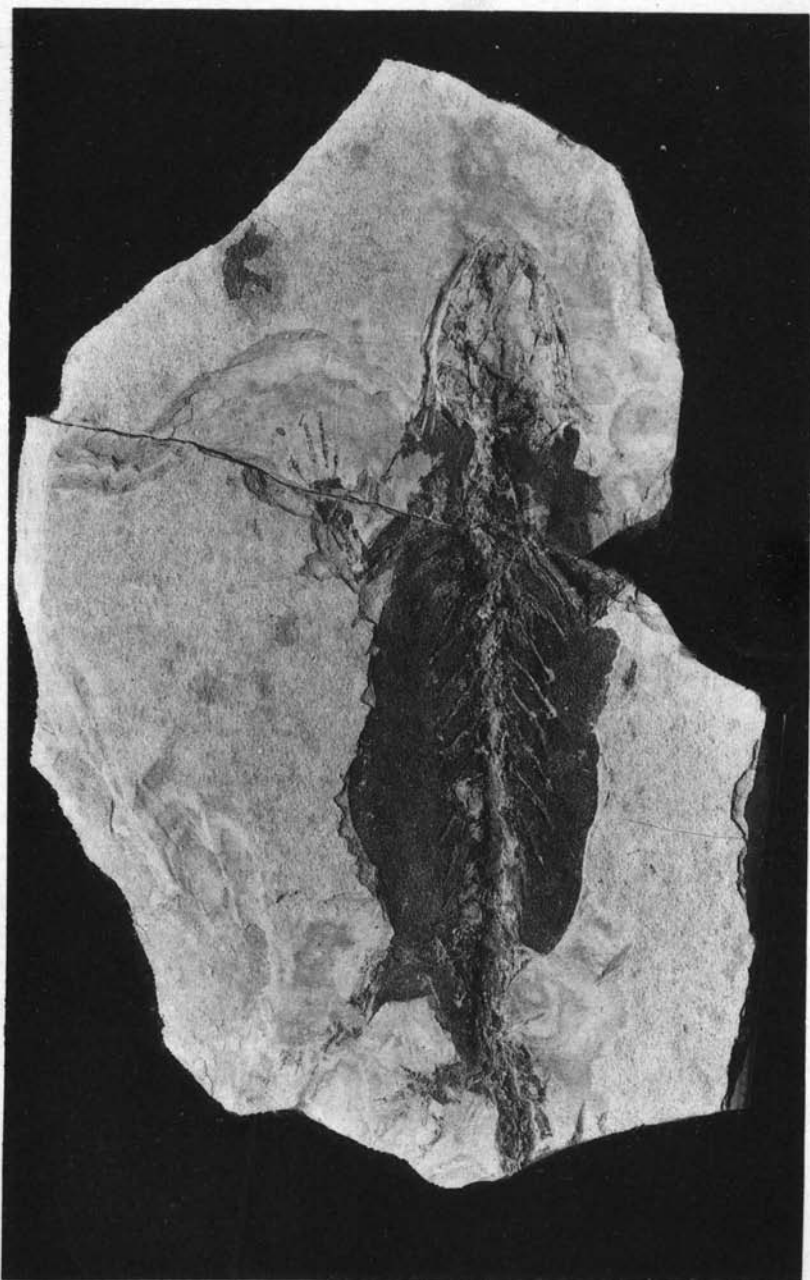


Fig. 62 *Lacertido* procedente de la cuenca de Libros (Teruel).

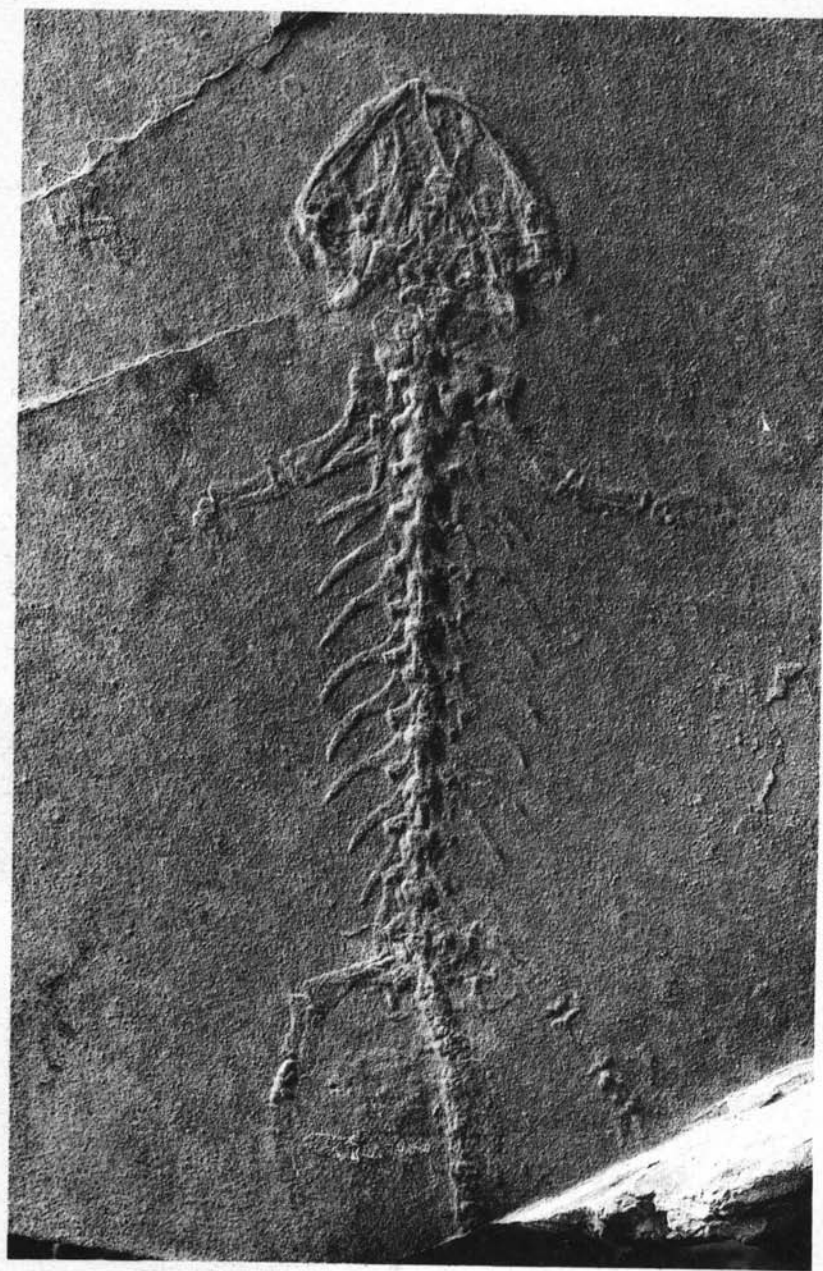


Fig. 63. Vertebrado fósil hallado en la cuenca de Ribesalbes.

de una pluma de *Gallinácea* encontrada también en estos mismos esquistos.

PRIMITIVO HERNÁNDEZ SAMPELAYO. MANUEL CINCÚNEGUI.



Fig. 64. Pluma de *Gallinacea* de los esquistos disodilices de Ribesalbes, aumentado 2,5 veces.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BASLE.—Informe geológico de los esquistos petrolíferos de Ribesalbes en la provincia de Castellón, España. Septiembre 1912.

BOTELLA Y HORNOS.—Nota sobre la alimentación y desaparición de los lagos terciarios peninsulares. «Actas Soc. Esp. Hist. Nat.» T. XIV pág. 27.

BERTRAN Y MUSITU (F.)—Informe de 24 Enero 1914.

BOUSACC.—La limite de l'Oligocène et de l'Eocène. «Bull. Soc. Geol. Fr.» T. VII, 1907.

CAREZ (L.)—Tertiaire inférieur. «Revue de Géologie, T. IX, pag. 219, T. X pag. 297. Anuario Geológico Universal.

CAREZ (L.)—Etude sur les terrains cretacés et tertiaires du Nord de l'Espagne. Revue Scientifique. T. XXVIII, página 272, serie 3.^a

DARESTE DE LA CHAVANNE.—Sur l'Oligocène de la vallée de la Besbre et de l'Allier. «Bull. Soc. Géol. Fr. T. XIII, 1913.

DEPERET.—L'oligocène du bassin de Roanne et ses faunes de mammifères fossiles. «Cptes Rend. Ac. Sc. C. L. V. dec. 1922.

DEPERET.—Etudes stratigraphiques sur le bassin tertiaire de Marseille. «Bull. Serv. Carte Geol.» 1885.

DEPERET.—Evolution des mammifères tertiaires. «Cptes Rend. Ac. Sc.» CXL p. A. 1.517, 1905.

— CXLI p. 22.702, 1905.

— CXLII p. 628, 1906.

— CXLIII p. 1.120, 1906.

DEPERET ET DOUXAMI.—Les vertébrés oligocènes de Puyimont-Challonges. «Mem. Soc. pal.» Suisse vol. XXII, 1922.

DOLLFUSS.—Feuille de Beuges au 1 : 320.000. Revision des faunes continentales. «Bull. Serv. Carte Geol. Fr.» Tomo XVI, 1926.

EDWARDS (F. E. and Searles V. Wood.)—A monograph of the Eocene Cephalopoda and Univalves of England, Vol. I. p. 1-361, plates I-XXXIV, published in six parts; 1840-1877. Paleontological Society.

ENGELHARDT.—Über tertiäre Pflanzenreste von Wiesseck bei Giessen. Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gessellschaft, Bd. 29, 1911, S. 407-428.

ENGELHARDT und SCHOTTLER.—Die tertiäre Kieselgur von Altenschlirf im Vogelsberge. Abhandlungen der hessischen geologischen Landesanstalt, V. 4. 1914.

ETTINGSHAUSEN.—Die fossile Flora der älteren Braunkohlenformation der Wetterau. Sitzungsberichte der k. u. k. Akad. der Wissenschaften in Wien, Mathematisch-naturwissenschaftl. Klasse, Bd. 57, 1868, S. 1-87.

FALLET (E.)—Contribution a l'étude de l'étage tongrien dans le departement de la Gironde.

FAURA Y SANZ. (D. M.)—Doctor en Ciencias. Barcelona. Informe de 30 de Abril de 1914.

FILHOL (H.)—Etudes sur les mammifères de St. Gérand le Puy. Ann. Sc. Géol. t. X. 1875 et t. XI-1881.

FILHOL (H.)—Mammifères fossiles de Renzen. Ann. Sc. Géol. Fr. t. XII, 1881.

FISCHER U. WENZ.—Verzeichnis und Revision der tertiären Land- und Süßwasser-Gastropoden des Mainzer Beckens.

Neus Jahrbuch f. Min. u. Geol. Beilage-Bd., 34 1.9212,- S. 431-512.

FLICHE (M. P.) Prof. de la Escuela de Nancy.—Nota sobre algunos vegetales terciarios de Cataluña. «Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España.» T. XXVIII pág. 153. 13.

FONTANNES.—Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir a l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône 1885.

FONTANNES.—Description des faunes malacologiques des formations saumâtres et d'eau douce du groupe d'Aix (Bartonian Aquitanien) dans le Bas Languedoc, la Provence et le Dauphiné. 1884.

FRIEDRICH.—Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora der Provinz Sachsen. Abhandlungen der Preus. Geol. Landesanstalt, 1883.

GARDNER (J. S. and Constantín Barón Etingshausen).—A monograph of the British Eocene Flora, pp. 1-86, plates I-XIII, 1879-1882. Paleontographical Society.

GIRAUD (J.)—Etudes Géologiques sur la Limagne.

Bull. Serv. Carte géol. Fr. t. XIII, 1902,-410 p.

GUEBHARD.—Sur quelques gisements nouveaux de plantes tertiaires en Provence. Boletín de la Sociedad Geológica de Francia. Serie 3ª tomo 28 pag. 913.

GÖPPERT.—Die Flora des Bernsteins.

GUTIERREZ (R.P. Miguel S.J.)—Algunas consideraciones sobre la coloración negra de las rocas sedimentarias. Asociación para el progreso de las Ciencias. Salamanca 1923.

HEER.—Tertiärflora der Schweiz Flora foss. arct.

HEER—Contributions a la flora fossile du Portugal. Lisbonne 1881.

HEER (O.)—Recherches sur le climat et la vegetation du pays tertiaire. (Tra. Chars. Th. Gaudin.) Genève 1861.

HEER (O.)—Nachträge sur Miocenen flora Grönlands. Stockholm. 1874.

HEER (O.)—Beiträge sur fossilen flora Spitzbergens. Stockholm 1876.

HEER (O.)—Flora fossilis Alaskana Kongl Svenska. Vetenskaps. Acad. Baudet G. Handlingar. Stockholm 1869.

HEER (O.)—Die Miocene Flora und fauna Spitzbergens. Stockholm 1870.

Kongl Svenska Vetenskaps. Academiens Handlingar. Baudet G. n.º 7.

HEER (O.)—Beiträge sur Miocenen flora von Sachalin. Stockholm. 1878. Kongl Svenska Vetenskaps-Academiens Handlingar. Baudet 15 n.º 4.

HISLOP.—On the tertiary deposits associated..... The Quaterly Journal of the Geological Society of London. T. XVI pag. 154.

HON (H.LE)—Terrains tertiaires de Bruxelles, leur composition..... Boletín de la Sociedad Geológica de Francia. T. XIX. pag. 804. T. XX pag. 195. Serie 2ª.

JOHNSTONE (RONALD. H.)—A. M. I. C. E. M. I. M. E. Glasgow, Report on chale mining concessions at Ribesalbes, province of Castellón, Spain. 9 Septiembre 1905.

LUDWIG.—Fossile Pflanzen aus der ältesten Abteilung der Rhein. Weteterauer tertiärformation. Paleontographica, VIII, 1859, S.39-154.

NATHORST. A. G.—Bidrag Till Sveriges fossila flora of. Stockholm, 1876.

NEWTON (E.B.)—Systematic List of the F.E. Edwards' Co-

lections of the British Oligocene and Eocene Mollusca in the British Museum (Natural History) London, 1891.

REPELIN.—Les Rhinocerotides de l'Agenais (Aquitanien superieur) Ann. Musée d'Hist. nat. Marseille 1917.

REDWOOD (Roberton).—Informe sobre los esquistos petrolíferos de Ribesalbes. 9 Julio 1909.

ROMAN (F.).—Contribution a l'étude des bassin lacustres de l'Eocène et de l'Oligocène du Languedoc. Bull. Soc. Geol. Fr. 4^a serie t. III, 1903.

ROMAN (F.).—Faune saumâtre du Sannoisien du Gard. Bull. Soc. Geol. 4^a serie t. X. 1910.

ROMAN (ET JOLEAUD).—Le Cadurcotrerium de l'Isle sur Sorgues, (Stratigraphie par Joleaud). Arch. Mus. d'Hist. Nat. Lyon. 1911.

ROMAN.—Les Rhinocérides oligocènes d'Europe. Arch. Musée d'Hist. nat. Lyon 1911.

ROYO GÓMEZ (D. J.)—Notas sobre el yacimiento petrolífero de Ribesalbes (Castellón) 1921-22 «Boletín de la R. S. Española de His. Nat.» T. XXI p. 285 y T. XXII pág. 340.

SAPORTA.—Prodrome d'une flore fossile des Travertins anciens de Sézanne. Soc. Geol. 2^a serie T. VIII Mem. n.º 3.

SAPORTA.—Recherches sur la vegetation du niveau Aquitanien de Monosque. M. de la Soc. G. de F. París, 1891.

SAPROPELOS.—Flora microscópica y animales con excrementos.

SCHENT.—Wealdenflora. Cassel 1871.

SCHIMPER.—Tratado de Paleontología vegetal, o la flora del Mundo primitivo en sus relaciones con las formaciones geológicas.

SEARLES V. WOOD.—A Monograph of the Eocene Bivalves of England. Vol. I, pp. 1-182. plates I-XXV, published in thee parts, 1861-1871. Paleontographical Society

STEHLIN.—Recherches sur les faunes de mammifères

des couches Eocènes et Oligocènes du Bassin de Paris. Bull. Soc. Geol. Fr. 4^a serie t. IX. 1919.

STEHLIN.—Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung. Verhandlungen der Naturforscher den Gesellschaft in Basel, Bd, 25-1914.

STIZENBERGER.—Fossilienlager in der Molasse nächst des Kontakts mit dem weissen Jura bei Stockach. Eclogae Geol. Helvetiae, Bd. 9, 1906.

TEPPNER (W.)—Lamellibranchiata terciaria.

VASSEUR.—Note préliminaire sur la constitution géologique du bassin tertiaire d'Aixen Provence. Ann. Fac.Sc. de Marseille t. VIII. 1898.

VASSEUR.—Note préliminaire sur les terrains tertiaires de l'Albigeois. Bull. Serv, Carte Geol. t. v. 1894.

VASSEUR.—Les formation infratongriennes du bassin de la Gironde. Cptes. Rend. de la Soc. Linn. de Bordeaux. p. XLII 1890.

WENZ (W.)—Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. Heidelberg 1921, Verlag v. W. Ehrig. Enthalt zahlreiche Fossilisten und ein sehr gutes Literaturverzeichnis.

WENZ(W.)—Die Landschneckenkalke des Mainzer Beckens und ihre Fauna, Paleontologischer Teil. Jahrbuch des nassauischen Vereins für Naturkunde. Bd. 67, 1914, S. 30-154.

WOLFF.—Die Fauna der südbayrischen Oligocaenmolasse. Paleontographica, Bd. 43, 1897.

NOTA SOBRE ALGUNOS INSECTOS FÓSILES

DE RIBESALBES (CASTELLÓN)

NOTA SOBRE ALGUNOS INSECTOS FÓSILES
DE RIBESALBES (CASTELLÓN)

Esta nota no es más que un complemento del trabajo de los Sres. Hernández Sampelayo y Cincúnegui, titulado «Estudio de la cuenca de esquistos bituminosos de Ribesalbes, (Castellón)», en la que vamos a describir los insectos fósiles, encontrados en la cuenca por ellos estudiada.

Hace ya unos dos años, el Sr. Royo me indicó que había encontrado en un yacimiento de fósiles de la provincia de Castellón unos insectos, en su mayor parte mosquitos, que por su estado de conservación, verdaderamente excepcional, se podían determinar perfectamente, y me propuso hacer un estudio en colaboración. Sin embargo, debido al exceso de trabajo, se fué retrasando su realización hasta que en junio del año pasado los Sres. Hernández Sampelayo y Cincúnegui trajeron nuevo material recogido por ellos y me propusieron que lo clasificara, y por no serle posible al Sr. Royo dedicarse a ello por sus múltiples ocupaciones me indicó la conveniencia de que me dedicara yo solo a su estudio.

Los materiales empleados para este trabajo, son de dos procedencias, unos pertenecientes a las colecciones del Instituto Geológico y recogidos por los Sres. Hernández Sampelayo y Cincúnegui, mientras que los otros forman parte de las del Museo Nacional de Ciencias Naturales, y fueron reunidas por el Sr. Royo, bien recogidas por él mismo u obtenidas a cambio por su mediación y por la del señor Cardoso antiguo catedrático del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Castellón.

Los fósiles se encuentran en esquistos de color gris claro y muy bituminosos, por lo cual se han conservado aquéllos muy bien a pesar de su pequeñez y de su delicadeza.

La edad del yacimiento es algo dudosa, por la falta de fósiles característicos, admitiéndose como oligocena en el trabajo anteriormente citado. Para todos los demás datos acerca de esta cuenca se debe consultar el trabajo ya mencionado anteriormente.

En toda la bibliografía paleontológica que he consultado, no he encontrado una fauna con especies semejantes a las que aquí describo, por lo cual me veo precisado a considerarlas como formas nuevas.

He de hacer constar mi agradecimiento a los Sres. Sampelayo y Cincúnegui por la confianza que en mí han depositado al encargarme este trabajo, como así mismo al señor Royo, que no sólo me ha ayudado en mi labor, con sus amplios conocimientos paleontológicos, sino que se ha encargado de hacer las fotografías que lo acompañan, complaciéndome en expresarles mi gratitud al dedicarles las especies nuevas que describo. También he de hacer extensiva mi gratitud a los Sres. Bolívar (C.), G. Mercet, G. Menor y Escalera que me ayudaron a resolver algunas dudas en la identificación de algunos ejemplares.

ORDEN DIPTEROS**FAMILIA CHIRONOMIDAE**Género **Nomochirus** nov.*Figs. 1-5; Láms. I-III.*

Este género está abundantemente representado en varios trozos de esquistos, y su determinación ha sido relativamente fácil por haber ejemplares en los cuales se pueden estudiar bastante bien los distintos caracteres. La lámina III da una idea de la cantidad en que se encuentran.

Ojos de una forma oval, separados por la frente en ambos sexos. Antenas en el ♂ de 10 artejos, los nueve primeros de un tamaño casi igual, a excepción del basal, y el último tan largo como los anteriores reunidos, con fuerte plumosidad; en la ♀ son casi tan largas como en el ♂ y a pesar de que los artejos no se cuentan bien en ningún ejemplar, parece ser que su número es igual que en el ♂ o sea el de 10. Proboscis gruesa y algo alargada, con palpos de tres artejos, de los cuales el segundo es algo engrosado.

Tórax giboso, pero no muy prolongado sobre la cabeza. Patas alargadas, con las caderas más bien cortas, pero su carácter principal es el de tener las uñas dentadas. Alas de igual longitud que el abdomen, aunque en algunos ejemplares están deformadas y parecen anchas y más cortas.

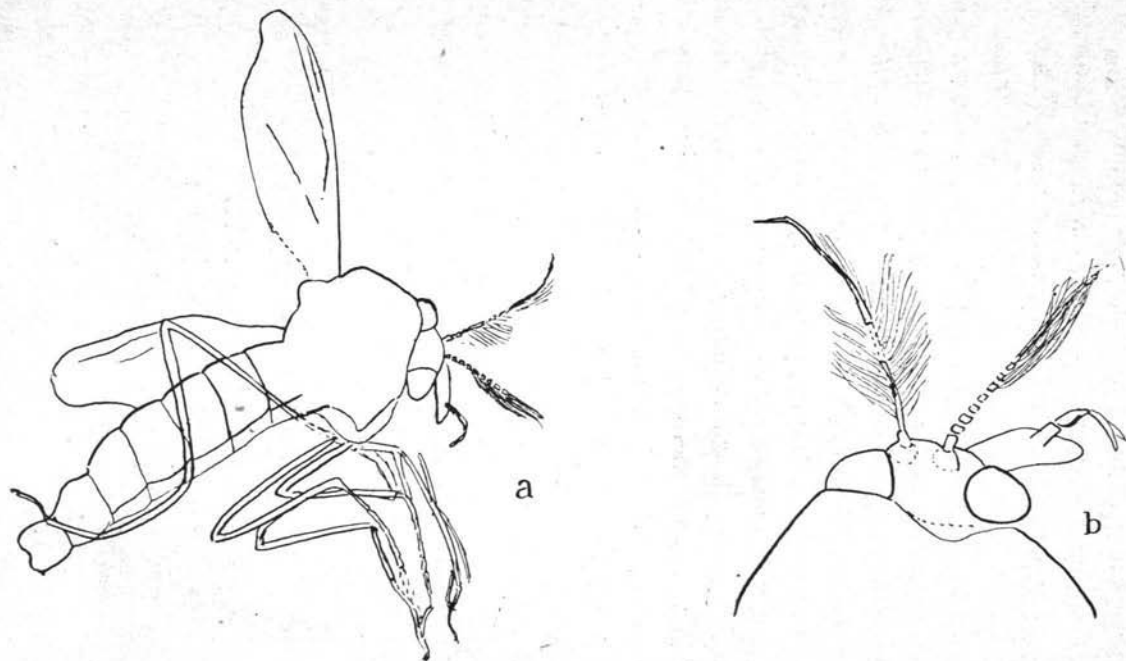


Fig. 1. a *N. sampelayoi nov. sp.* Esquema de la fig. 1 de la lám. I
b cabeza vista con más aumento.



Fig. 1. *N. sampelayoi* nov. sp. ♂ x 6,5



Fig. 2. *N. sampelayoi* nov. sp. ♂ x 6,5.



Foto. Royo.

Fig 3. *N. sampelayoi* nov. sp. ♂ x 6,5.

Observaciones.—Este género pertenece a la subfamilia de los *Chironominae* por la venación y por las antenas del ♂, pero se aparta de ella por las de la ♀ que son de 10 artejos también. De los demás géneros de la subfamilia se distingue por las uñas de los tarsos dentadas a excepción del género *Telmatogeton* del cual se diferencia fácilmente por las antenas que en éste son de 7 artejos en el ♂ y por la venación alar y los palpos.

Nomochirus sampelayoi nov.sp.—Frente en el vertex, igual al tercio de la anchura de la cabeza. Antenas en el ♂ con el artejo basal grueso, los siguientes más anchos que

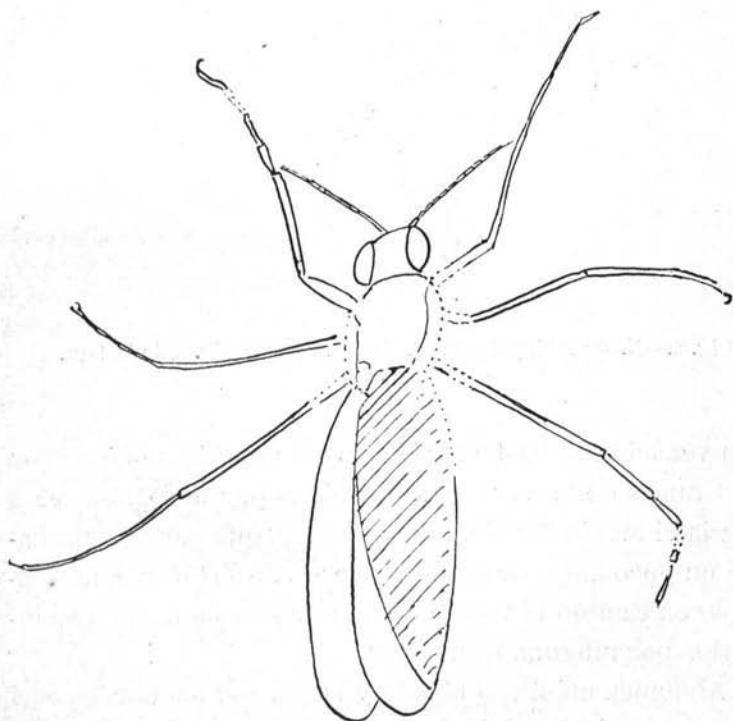


Fig. 3.—*N. sampelayoi* nov. sp. ♀ Esquema de la fig. 1 de la lám. II



Fig. 1. *N. sampelayoi* nov. sp. ♂ y g. x 6,5.

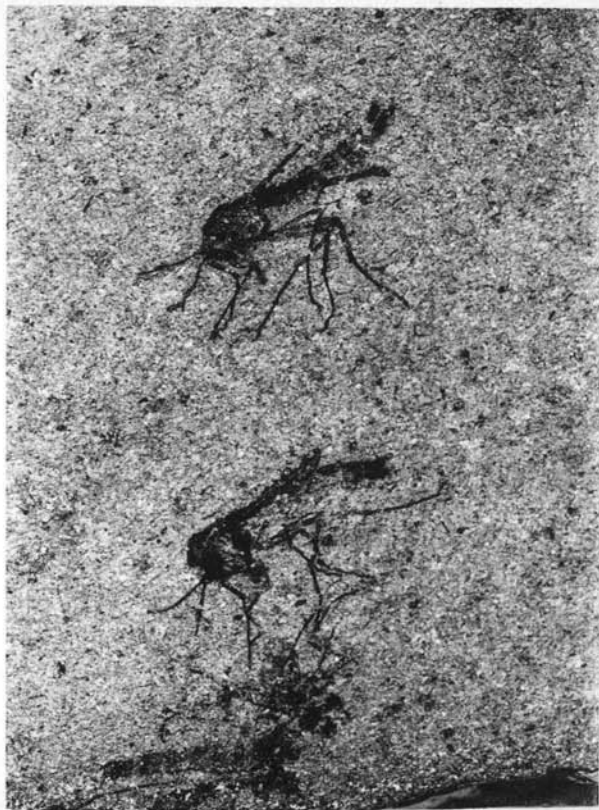


Foto. Royó.

Fig. 2. *N. sampelayoi* nov. sp. ♂ ♂ x 6,5.

largos, van aumentando de longitud a la vez que se hacen más estrechos; la plumosidad es muy densa y larga (figuras 1 y 2). En la ♀ son filiformes y casi sin pilosidad (fig. 3).

El tórax no se distingue con la claridad suficiente para apreciar sus detalles.

Patas con la pilosidad corta y fina bien marcada. Las

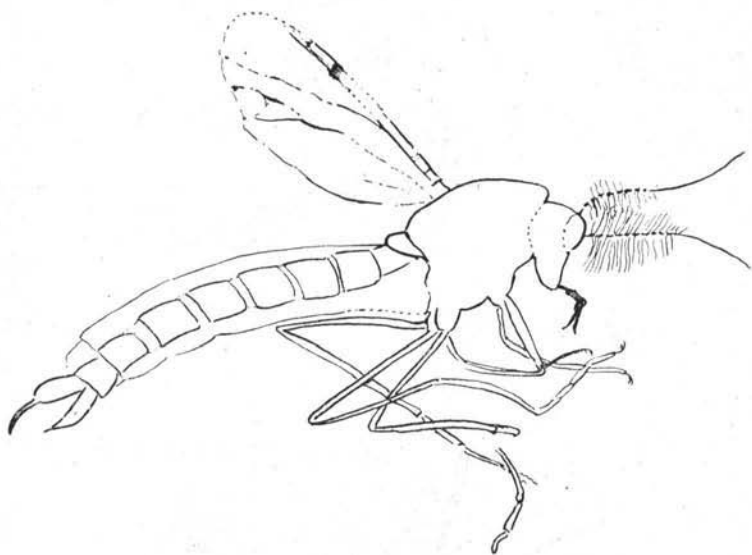


Fig. 5.—*N. sampelayoi* nov. sp. ♂. Esquema de la fig. 3 de la lám. I

uñas en el ♂ tienen dos dientes, uno basal y otro mediano (fig. 4) y las ♀ parecen tener sólo el diente medio.

Las alas, cuya venación hemos descrito al hablar del género, están bien conservadas y sobre todo en el ejemplar de la fig. 2 en el cual se distingue bastante bien la parte anterior del ala. En el ejemplar de la fig. 5 se ve la bifur-



Foto, Royo.

N. sampelayoi nov. sp. ligeramente aumentadas.

COLECCIÓN DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL.

cación de la vena cubital, aunque sólo se conserva a trozos.

El abdomen tiene siete segmentos además del genital y tiene la pilosidad bien visible. Su longitud es poco más de dos veces la del tórax.

Longitud alrededor de 6,5 mm.

FAMILIA EMPIDAE

Hilara royoi nov. sp.*Figs. 6-7; Lám. IV, figs. 1-2*

Aunque de esta especie sólo hay dos ejemplares en los esquistos estudiados, se encuentran tan bien conservados que su determinación es fácil. Las antenas, la trompa, las patas y las alas se distinguen perfectamente, hasta las venitas que por su delicadeza parece imposible que no se hayan destruído.

La cabeza es más alta que ancha, cuando se ve de perfil, y los ojos tienen una forma oval. Las antenas tienen los dos artejos basales cortos y de igual longitud, y el tercero es cónico y bastante más largo, llevando en su extremo uno o dos artejos que forman un estilo. El epistoma tiene pubescencia abundante, más larga al parecer en la parte inferior.

Tórax poco giboso, alargado, viéndose en uno de los ejemplares que está un poco inclinado hacia la derecha, la sutura transversa, las callosidades postalares y el escudete. La pubescencia se conserva en algunas partes.

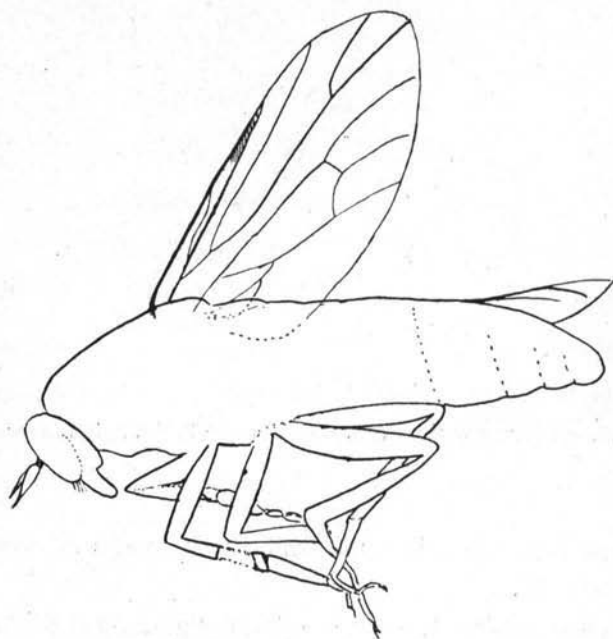


Fig. 6.—*Hilara royoï nov. sp.* Esquema de la fig. 1 de la lám. IV.

Patas robustas, las anteriores tienen los metatarsos gruesos y cerca de tres veces más largos que anchos en el ♂ (fig. 6). Las del par posterior son más largas que las medianas.

Las alas son anchas y de la misma longitud que el abdomen pero en el ejemplar ♀ (fig. 7) se han alargado por efecto de la presión y parecen más estrechas. La venación es claramente de *Hilara*, la vena subcostal es muy fina y corta, la radial 1.^a, que es gruesa, se ensancha en el extremo en forma de estigma, la horquilla de la vena radial



Fig. 7.—*Hilara royoï nov. sp.* Esquema de la fig. 2 de la lám. IV.

es larga y aguda y la vena transversa media es cóncava hacia afuera.

La vena cubital 1.^a se une a la media 3.^a en el tercio basal de la célula 1.^a mediana. Tanto las ramas de la vena media como las de la anal son extremadamente finas. El lóbulo auxiliar o anal forma un ángulo casi recto.

Abdomen oval, alargado y con los segmentos confusos.

las tibias ensanchadas lo incluyo, aunque con duda, en el género *Platycnemis*.

La cabeza y el tórax están muy destrozados, y este último está roto, estando separado del resto del cuerpo el protórax y parte del mesotórax.

Las patas son finas y largas, con pelitos cerdosos a excepción de una tibia que aparece claramente engrosada presentando también los pelos largos, cerdosos.

Las alas tienen las dos venaciones antecubitales bien marcadas, y los estigmas que se aproximan a los de los *Platycnemis* actuales, pero el resto de la venación no es posible distinguirlo por estar las cuatro alas superpuestas.

El abdomen es grueso y corto y en él se cuentan unos 8 segmentos, terminándose por la pinza genital. Me inclino a creer que se ha acertado por efecto de presiones.

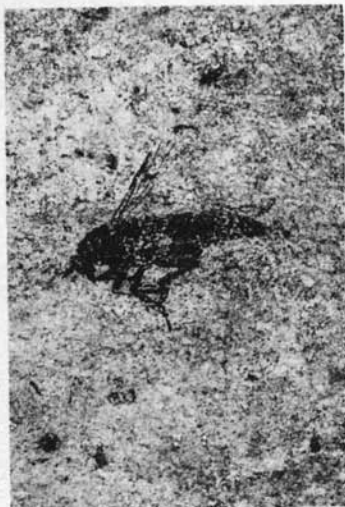


Fig. 1. *Hilara royoi* nov. sp. x 7.
Col. Museo de Historia Natural.

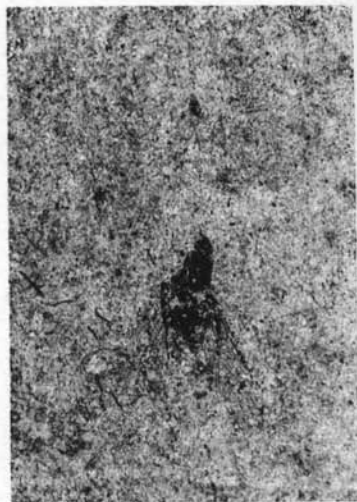


Fig 2. *Hilara royoi* nov. sp. x 6,5.
Col. del Instituto Geológico de España,

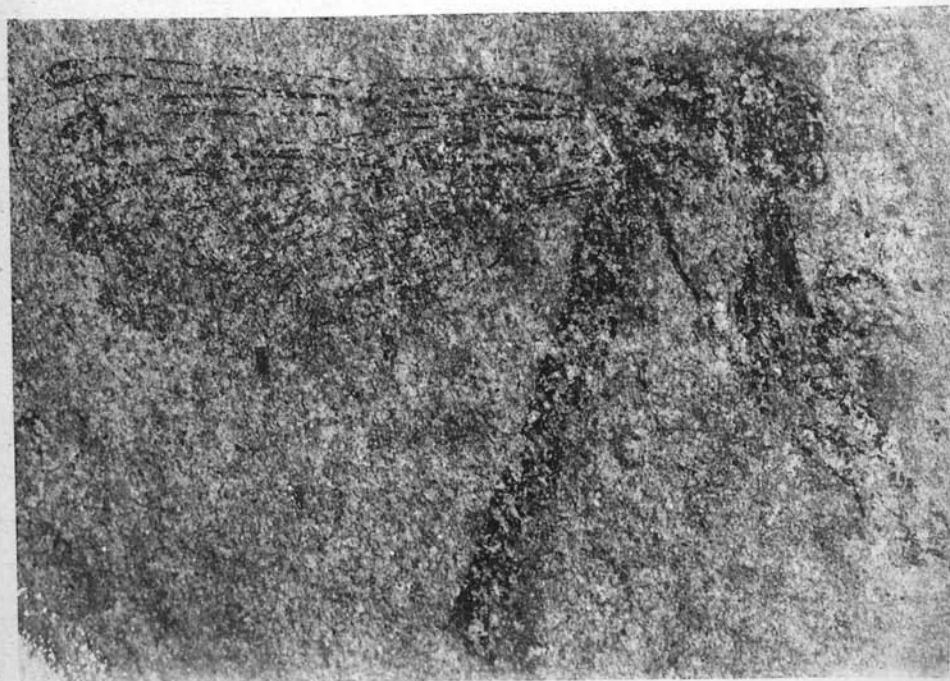


Foto. Royo.

Fig. 3. *Platycnemis cincuneguii* nov. sp. x 6,5.

COLECCIÓN DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL.

INSECTOS DE DETERMINACIÓN DUDOSA

Además de estos insectos cuya determinación es fácil, hay otros, que por ser únicos y estar peor conservados, sólo puede determinarse bien el orden y en algunos la familia.

La fig. 1.^a de la lám. V es un *Himenóptero*, con antenas largas y filiformes, en las cuales se cuentan con dificultad 18 artejos. La cabeza no está bien separada del tórax

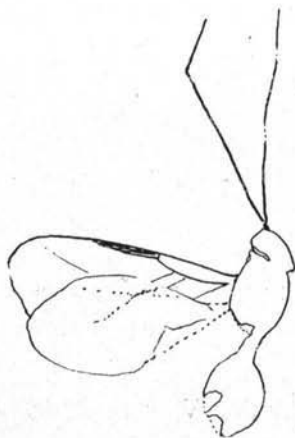


Fig. 9—Bracónido. Esquema de la fig. 1 de la lám. V.

mientras el abdomen tiene bien claro el pedicelo. Las alas tienen claramente marcado el estigma (fig. 9) pero la venación es confusa. Por todos estos caracteres creo que se aproxima mucho a los *Ichneumonidae* y a los *Braconidae* más bien a estos últimos.

La fig. 5 de la misma lámina, es también otro *Himénoptero*, que está peor conservado y en el cual sólo se distingue bien el abdomen, mientras el resto del cuerpo,

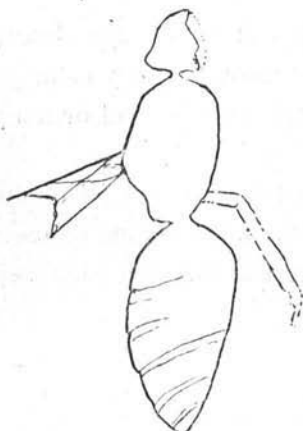


Fig. 10.—Formícido. Esquema de la fig. 5 de la lám. V.

la cabeza, lo mismo que las alas, y el tórax están destrozados. Por su aspecto general se aproxima a los *Formicidae* (fig. 10).

La fig. 2 de la lámina V es un *Coleóptero* en el cual se distingue bien la antena que parece tener cinco artejos (fig. 11) y las mandíbulas. Las patas están cortadas por los fémures, que son gruesos.



Fig. 1. Braconido x 6



Fig. 2. Coleoptero x 5



Fig. 3. Capsido x 6



Fig. 4. Cercopido x 6

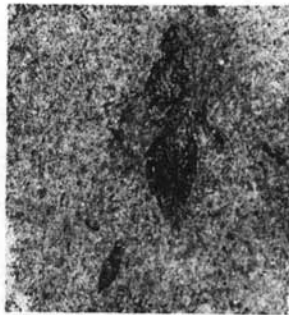


Fig. 5. Formicido x 6

COLECCIÓN MUSEO DE HISTORIA NATURAL.

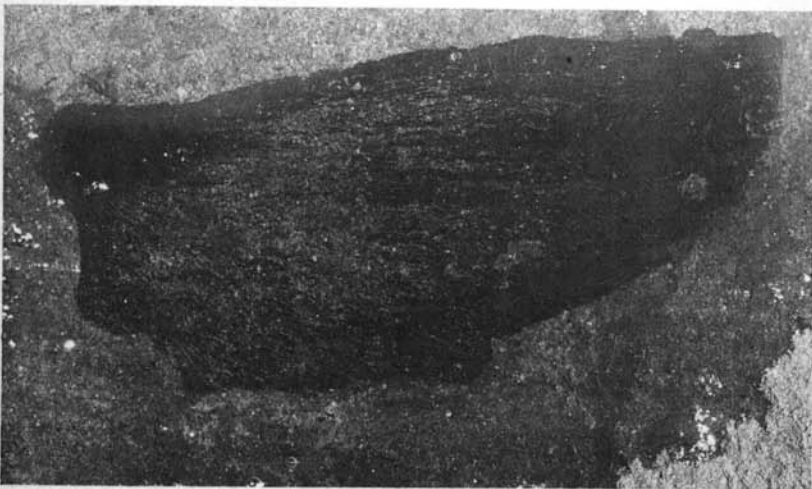


Foto. Royo.

Fig. 6. Ala de tricoptero x 6

COLECCIÓN DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA



Fig. 11.—Coleóptero. Esquema de la fig. 2 de la lám. V.

El *Hemíptero* de la misma lámina (fig. 3), es por su aspecto un *Capsidae*, y en el ala izquierda que es la mejor conservada, se distingue una pequeña pieza que debe ser el *cuneus* (fig. 12). Las antenas de cuatro artejos, el prime-



Fig. 12.—Cápsido. Esquema de la fig. 3 de la lám. V.

ro grueso, el segundo largo y los dos siguientes más pequeños y doblados. La cabeza en forma redondeada por

delante, los ojos casi circulares. En la *coria* se distingue muy bien dos nerviaciones longitudinales, como igualmente la celda de la membrana mientras que el resto de ésta está roto. La pata anterior que es la única que se ve bien, es gruesa y larga.

La fig. 4 de esta lámina representa otro *Hemíptero Cercopidae*, que quedó sobre el dorso al depositarse en el esquisto. La parte inferior de la cabeza presenta una quilla y estrías transversales que están bien marcadas en los *Hemípteros* de esta familia (fig. 13). El rostro se presenta de un color más claro que el resto. La segmentación del abdomen es clara, y los élitros se distinguen mejor en

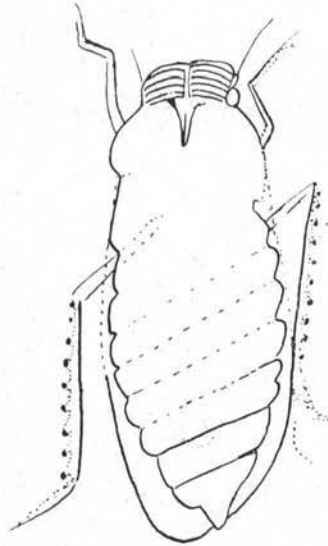


Fig. 13.—Cercópido. Esquema de la fig. 4 de la lám. V.

la parte terminal. Las patas están mal conservadas y aparecen a modo de líneas, y en las del par posterior tienen además una serie de puntos que seguramente marcan las espinas. Éstas me hicieron creer primeramente que se trataba de un *Jassidae* pero la estriación de la cabeza es más bien de *Cercopidae*. La antena tiene el artejo basal grueso con una cerda en su extremo.

El ala representada en la misma lámina, fig. 6, parece pertenecer por la forma a un *Tricóptero*, y por tener una estriación muy fina y ondulada que debe ser originada por los pelitos que presenta el ala de estos animales. La venación está enmascarada por completo por esta estriación. Pudiera ser que este ala perteneciera a un *Lepidóptero* y que fueran las escamas las que produjeran el aspecto estriado.

JUAN GIL COLLADO

Licenciado en Ciencias y Conservador de Entomología del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

ESQUISTOS BITUMINOSOS
DE RIBESALBES (CASTELLÓN)

**Notas relativas a su naturaleza
y a su explotación industrial**

ESQUISTOS BITUMINOSOS
DE RIBESALBES (CASTELLÓN)

**Notas relativas a su composición y a su
aprovechamiento industrial**

GENERALIDADES

CONCLUSIONES—SU JUSTIFICACIÓN:

Análisis diversos del material crudo, de los productos de pirogenación (gases, aceites crudos y refinados) y del residuo.

Estudio de la acción de elevadas temperaturas sobre el mineral. Deducciones de estos trabajos analíticos.

Diversos ensayos de esquistos bituminosos de naturaleza calcárea (margas). Experiencias realizadas en "El Makarin" (Siria), Velten, Roff y Schandelach (Alemania), Kinnelkulle (Suecia), Manchuria y Gales del Sur.

Condiciones que deben de reunir las destilerías de este material carbonoso: normas generales y normas características. Retortas apropiadas.

Proceso industrial. Necesidad de crackinizar el aceite crudo y de llegar a altas compresiones de los vapores incondensables normalmente, para conseguir una ventajosa explotación.

ANEXO:

Representación gráfica del estado de bitumificación y de la retención de los compuestos formados en los esquistos de referencia.

Gráfico de la influencia de las temperaturas en la pirogenación.

Gráfico de las cargas.

Representación esquemática del tratamiento industrial recomendado.

GENERALIDADES

El problema de atender a necesidades del país en orden a los combustibles líquidos, disminuyendo en lo posible las importaciones, resulta, como todos sabemos, cada día más apremiante, como lo es también el de integrar al torrente de la economía nacional, la mayor cantidad posible de elementos arrancados del subsuelo. Por ambas razones tan poderosas, el estudio de los materiales carbonosos que pueden procurarnos aquéllos, y beneficiar a la riqueza patria, ha de ser naturalmente de verdadero interés.

Los esquistos bituminosos de Ribesalbes se hallan en este caso y tienen además una historia: la de diversas tentativas que con ellos se han llevado a cabo, por empresas extranjeras en su período de iniciación y por otras del país más tarde. Aquéllas y éstas han fracasado, porque ninguna reunió la totalidad de los elementos que precisaban para ir al éxito franco y decidido: inteligencia o conocimiento del problema a fondo, capital suficiente para emprender un negocio que sólo en grande escala puede existir, y un ambiente económico propicio, libre de com-

petencias ruinosas con productos similares que surgen de otras tierras lejanas, más privilegiadas. Reunir la primera, que hoy está mucho más capacitada que en la época a que nos referimos, con la disponibilidad de los medios materiales suficientes y el apoyo del Estado imprescindible para contrarrestar las dificultades del mercado nacional, es seguramente labor útil y beneficiosa para la colectividad.

Existen además razones para la divulgación razonada de este género de estudios. El formar criterios sanos y bien orientados haciendo ver que estos problemas, como todos los que influyen hondamente en la vida nacional, no son cuestiones simplistas, fácilmente juzgables, para conducirnos a un optimismo injustificado o a un pesimismo abrumador, es obra que a todos interesa, como lo es también el despertar estas aficiones entre los elementos técnicos del país y entre los hombres de negocios. Así el enjuiciamiento serio y documentado nos mostrará si la utilización de tal o cual material es posible, o debe de ser desechado, porque bueno es que se siembre y se esparza la semilla, cuidando un poco de la calidad del grano.

CONCLUSIONES

1.^a Los esquistos bituminosos de Ribesalbes son margas carbonosas en el estado de bitumificación correspondiente a los materiales eegonobituminosos (aceites crudos despolimerizados) con restos del anterior catabituminoso, (elementos muy despolimerizados de alto peso molecular) y trazas del polibituminoso (hidrocarburos muy polimerizados con ácidos libres).

2.^a El material de impregnación es una mezcla íntima de carbonatos de cal y de magnesia (dominando el primero) con silicatos de alúmina. En tales condiciones la retención coloidal fué escasa, perdiéndose gran parte de los hidrocarburos saturados, y de aceites ligeros. Por la misma causa hubo acumulación de los compuestos de azufre y de nitrógeno.

3.^a Para evitar en lo posible la disociación de los referidos carbonatos y la presencia del ácido carbónico en elevada proporción en los gases de destilación, procede evitar en las retortas temperaturas de 800° C. y mayores. Por otra parte la de 600° C. resulta insuficiente para la total eliminación de los betunes y aceites consiguientes, que

vienen aprisionados en los esquistos de referencia. Las intermedias son las aconsejables.

4.^a El aceite crudo resultante de la pirogenación tiene los siguientes caracteres principales: pocos hidrocarburos ligeros, alta densidad, muchos hidrocarburos no saturados y proporción excesiva de compuesto de azufre. El nitrógeno combinado (serie pirídica principalmente) comunica al aceite crudo y a los destilados, olor repugnante de difícil eliminación.

5.^a Por las razones insertas en la conclusión que precede, el tratamiento ordinario de los aceites brutos por destilación subsiguiente, para fraccionar los productos, y la depuración química, debe de rechazarse en absoluto. Los aceites ligeros, y especialmente los medios, y pesados, no podrán recomendarse para motores (excesiva proporción de azufre y olor muy desagradable), ni tampoco para la fabricación de materias lubricantes, porque para esta última aplicación existen, en débil proporción los hidrocarburos nafténicos. Se impone así un nuevo método de tratamiento.

6.^a El procedimiento seguro de aprovechamiento del aceite crudo sería, previa la separación de las gasolinas pesadas (hasta 230° C. por ejemplo) y el asfalto después de una sola destilación, el de crackinizar todos los demás aceites (métodos Cross, Dubbs o Meta) y transformarlos en gasolinas ligeras. Igualmente debería comprimirse la porción incondensable a la temperatura ordinaria y los gases de la crackinización, hasta 10 o mejor 40 atmósferas. Estas gasolinas serían fácilmente desulfuradas. El resultado total de la explotación de referencia consistiría en utilizar los residuos minerales de los esquistos como material más o menos hidráulico, y en fabricar abundantes gasolinas extra-ligeras, ligeras, medias y pesadas, utilizables todas

ellas en los motores a explosión (aviación, automovilismo de lujo, camionaje y motores fijos) de inmejorables condiciones, por su mayor resistencia a la preignición, y la tendencia a establecer en el motor el régimen anti-de-tonante.

La justificación y detalle de estas Conclusiones pueden verse en las notas que siguen.

*
* *

El material de referencia o marga disodílica, puede ser objeto ciertamente de un tratamiento industrial, que como todo proceso de destilación pirogenada de materiales carbonosos, ha de dar lugar a productos combustibles diversos. Existen gran número de factores que en el problema concurren; los que dependen de la naturaleza del esquisto y que constituyen así un grupo imperativo para nosotros, y los que son consecuencia de la instalación que se elija. El conocimiento exacto del primero, nos hará posible la más conveniente determinación de esta última.

Nos creemos obligados a llamar la atención de lo interesante que es para asegurar el éxito de la empresa explotadora el reconocer los criaderos a fondo, con toda minuciosidad en un principio, para obtener muestras promedio verdad, o para clasificarlas, si son muy diferentes, y someterlas, según la clase, a los más adecuados métodos. Es indispensable, después, el estudio de la naturaleza del material con todo detalle, si queremos huir de la posibilidad de un fracaso. Dos poderosas Compañías inglesas que copiando fielmente la industria similar de Escocia

explotaron los esquistos de referencia, dieron al traste con sumas fabulosas y, lo que es más perjudicial para el país, sembraron así el pánico entre los capitales nacionales que no han atendido después a éste, ni a otros análogos negocios.

La causa principal de tales desaciertos, dejando aparte otras de orden administrativo, y aun de la forma en que el negocio quedó planteado, fué el desconocimiento de las condiciones del material. Nos referimos principalmente al hecho siguiente: Los esquistos escoceses carecen de carbonatos de cal en su composición, y por consecuencia cuando se calientan a elevadas temperaturas sólo desprenden además del agua higroscópica y de constitución los hidrocarburos condensables y gases (hidrógeno, óxido de carbono, metano e hidrocarburos homólogos, amoníaco, etc.) apareciendo tan solo muy pequeñas cantidades de anhídrido carbónico. Contrariamente ocurre en la destilación de los esquistos de referencia donde se desprenden grandes cantidades de este último gas, por la descomposición de los carbonatos de cal y de magnesia que, como hemos dicho, el mineral contiene. Ésta era la causa de que los gases incondensables dejaran de arder frecuentemente en los conductos de las retortas *Young y Fife* allí empleadas, iniciándose el fuego con fuertes explosiones, según la composición de los citados gases que era naturalmente variable, en cada período de la destilación. No se conseguían así las altas temperaturas indispensables para el total agotamiento de los aceites que pueden desprenderse del mineral. De este hecho y de otros, con sus consecuencias trataremos oportunamente en los párrafos que a la explotación industrial de aquél dedicamos en estas notas.

La naturaleza de las disodilas de referencia es ciertamente muy variable. La variedad negra es sin duda la más rica en materias orgánicas. Sigue la variedad gris más abundante que la primera pero mucho más pobre en aquellos elementos. Los trabajos de laboratorios y los cálculos que han servido de base a la explotación de tales esquistos están fundamentados en las más ricas calidades. Después, y como consecuencia de haber dejado el servicio de arranque y transporte en manos de un contratista, se han destilado en Ribesalbes, mezcla de unos y otros esquistos, con resultados muy inferiores así a los previstos.

Acompañamos los análisis del referido material que hemos podido procurarnos y los por nosotros realizados.

ESQUISTOS

ANÁLISIS DIVERSOS DEL MATERIAL CRUDO, DEL INSTITUTO QUÍMICO TÉCNICO DE BARCELONA

Substancias minerales fijas. 50,40 %	{	Sílice. 20,5 % Alúmina. 9,0 » Óxido de hierro. 1,2 » Carbonato de cal. 12,4 » Carbonato de magnesia 4,6 »
----------------------------------------------	---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Substancias combustibles. 36,65 %	{	Azufre 2,7 % Aceites. 11,25 » Gases no condensables a 25° C. 12,6 » Coque. 12,8 »
-------------------------------------------	---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Agua de impregnación 5,1 »

Agua de combinación 7,5 »

Nitrógeno total 0,95 »

Esta cantidad de nitrógeno corresponde a 0,425 % de amoniaco o a 16,50 kgms. de sulfato amónico por tonelada. En la práctica industrial este rendimiento es muy inferior. El 12,6% de agua amoniacal contiene 5,10 gr. de amoniaco.

Densidad de la disolida negra	1,741
Densidad del mineral margoso intercalado	2,190

LABORATORIO DE ESLINGE

Análisis de destilación general

Aceites	9,1
Agua	5,2
Gases no condensables	3,0
Residuo	87,7

Densidad del aceite crudo a 15° C. 0,913.

Destilación del aceite crudo, según el método Engler.

Bencina destilando entre 138-150° C. 4 %.

Hidrocarburos análogos al petróleo 19, 2 %.

Aceites lubricantes 57,6 %.

Determinaciones especiales

Nitrógeno total al estado crudo 0, 54 %.

Las aguas amoniacaes contienen 0, 26 %.

Poder calorífico del esquisto crudo, 1.496 calorías.

Poder calórico del residuo de carbonización, 634 calorías.

Id. id. aceite bruto. 9.500-10.000 »

Id. id. de los gases no condensables, 7.000-2.500 »

El residuo de la destilación acusa la composición siguiente:

Ácido silíceo	21,31 %
Óxido de hierro	4,37 »
Óxido de alúmina	11,18 »
Óxido de calcio	28,36 »
Óxido de magnesio	6,51 »
Óxidos de sodio y calcio	1,50 »
	<u>73,23</u>
Pérdida de la calcinación	26,77
	<u>100,00</u>

Este residuo constituye con las correspondientes adiciones un material utilizable como cemento y en la preparación de la piedra de construcción.

El aceite crudo resulta extraordinariamente rico en parafina, pues que llega ésta a la proporción del 4 %.

El análisis medio aceptado por las antiguas Compañías explotadoras de estos esquistos "Castellón Oil Company" "Empresas Españolas Limited", resultado de los llevados a cabo en diferentes laboratorios ingleses es el siguiente:

Mineral crudo:

Sílice	12 %	Carbonato de cal ..	45 %
Alúmina	8 »	Sulfato de cal	3 »
Óxido de hierro ..	3 »	Magnesia	2 »
		Aceite crudo ...	10 %
		Agua	4 »
		Gas	4 »
		Carbón fijo	9 »

En la retorta tipo Scheithaner recomendada por la Asociación de destiladores alemanes de lignitos y esquistos llevé a cabo el mismo análisis, con muestra que procedía del fondo de las excavaciones, obteniendo el 18 % de aceite (4,4 galones %).

Los trabajos de Mister Cowan dieron, con una muestra media de la zona explotada, 30 galones por tonelada.

Utilizando la misma retorta e igual marcha en todo el proceso destilativo con pizarra de Broelurn (Escocia) solamente conseguí un rendimiento de 13 %.

DESTILACIÓN FRACCIONARIA DEL ACEITE BRUTO

Del Instituto Químico Técnico de Barcelona del
Doctor Novellas.

A 85° C. destilan las primeras gotas.	
De 90—110° C.	6 ‰
De 110—130° C.	3 »
De 130—150° C.	7 »
De 150—170° C.	8,5 »
De 170—190° C.	5,5 »
De 190—210° C.	2,5 »
De 210—230° C.	2,5 »
De 230—250° C.	3,5 »
De 250—270° C.	6,5 »
De 270—290° C.	9,5 »
De 290—310° C.	16,5 »
De 310—320° C.	13 »
Breas y parafinas.	16 »

Determinaciones especiales*Aceite bruto:*

Azufre combinado y disuelto. .	0,41 ‰
Densidad a 15° C.	0,906
Potencia calorífica (Berthelot- Mahler).	9.300 calorías

Aceite ligero:

Densidad a 15° C.	0,841*
Potencia calorífica (Berthelot- Mahler).	10.050 calorías

Aceite pesado:

Densidad a 15° C. 0,928

Potencia calorífica (Berthelot-

Mahler). 9.180 calorías.

Termina este análisis con la consideración de que si se conduce la destilación seca del mineral de una manera adecuada es posible aumentar en cierta medida la proporción de aceites a expensas de los gases del coque.

ANÁLISIS DE LOS QUÍMICOS R. R. TATLOCK Y THOMSON DE GLASGOW

	Por 100	Peso específico	Punto de solidificación F.
Aceite crudo.	100,0	0,915	44°
— destilado.	97,0	0,911	34°
— después del tratamiento químico.	90,5	0,895	33°
Aceite verde.	30,5	0,905	57°
Aceite azul.	58,0	0,901	20°

Convenientemente fraccionado el aceite después del consiguiente tratamiento químico produce los materiales siguientes:

	Por 100 en volumen	Peso específico	Temperatura inflamabilidad
Naphta para motores.	2,5	0,785	
Aceite para alumbrado	12,5	0,840	82° F.
— intermedio (fuel).	44,5	0,890	200° F.
— lubricante.	19,0	0,940	
Parafina en escama.	2,0		
Pérdida por todos los refinados.	19,5		

Parafinas en libras inglesas por 100 galones.	15
Coque de parafina	8

La viscosidad del aceite lubricante en el viscómetro Redwods en segundos a 70° F. 110

Aseguran estos técnicos que los referidos aceites pueden ser tan fácilmente refinados como los mejores de procedencia escocesa, pudiendo conseguirse fácilmente de ellos productos de fácil colocación en el mercado.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL ACEITE CRUDO DE A. MORA

Características físicas	}	Color: Azul muy oscuro por reflexión. Rojo por refracción.
		Olor: Muy desagradable, recordando los productos básicos sulfurados.
		Punto de fusión Kraemer 19°C.
		Humedad por 100 0,10 %
		Densidad a 15° C. 0,915
Características químicas	}	Aceite por % redestilado 93,00 %
		Asfalto blando insoluble en el alcohol-éter (Holde) 1,80 >
		Asfalto duro insoluble en el benzol (Holde) 3,28 >
		Carbón libre 1,08 >

Componentes especiales	{ Azufre por % (Método Escka) 1,68 % Fenol y homólogos.. 2,50 » Bases pirídicas..... 2,00 » Parafina..... 2,50 »
------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Estudio de la acción del calor sobre mineral sometido a temperaturas diversas.— El ingeniero industrial D. A. Ferrán, de Barcelona, estudió detenidamente la influencia decisiva del calor creciente sobre estas margas bituminosas, puestas fuera del contacto del aire, reconociendo así distintos fenómenos, independientes unos de otros, si bien más o menos superpuestos. Temperaturas no muy apartadas de los 100° C. originan tan solo una pérdida del agua retenida por la substancia con la consiguiente desecación de la misma. Elevando más la temperatura, comienzan a desdoblarse las materias orgánicas, empezando entonces una destilación pirogenada, que como todas las de su clase, da origen a vapores condensables a la temperatura ambiente, y gases que no se condensan a esta temperatura. Los productos condensados en este caso son de naturaleza aceitosa, algo espesos y de color pardo; los gases no son combustibles y poseen un olor especial. Luego, al aumentar más la temperatura y acercarse a los 700° C. empieza a dejarse sentir su acción disociante, de un modo marcado sobre el carbonato cálcico, obteniéndose en los gases, cantidades cada vez mayores de anhídrido carbónico, resultando que acaban por no ser inflamables.

El rendimiento, naturalmente es variable con la temperatura, aumentando con ésta, pero con un límite impuesto por la total disociación de la materia orgánica lograda a

una temperatura suficientemente elevada. Este límite en el caso que nos ocupa, no está muy lejos de los 950° C. puesto que en las destilaciones hechas a temperaturas algo inferiores a ésta, el residuo de la destilación está casi exento de materia orgánica, como lo demuestra el color blanquecino que ha adquirido, y no dar ya más humos, aunque se caliente mucho más fuertemente.

Los resultados obtenidos en las distintas destilaciones llevadas a cabo, y las condiciones de temperatura y duración de aquéllas, se resumen en el cuadro siguiente:

N.º del ensayo	Temperatura máxima en grados C.	Duración en minutos	Aceites	Gases	Residuos	Observaciones
1	500	150	11,75	4,64	83,61	
2	500	215	11,86	3,78	84,26	
3	600	105	12,35	8,64	75,01	
4	650	120	13,56	»	»	No se determinaron
5	800	60	16,24	9,59	74,17	
6	850	120	15,80	19,27	64,93	

Deducciones de los trabajos analíticos.—Las conclusiones que de estos trabajos analíticos se derivan y que han de servir de base para estudiar la más conveniente instalación para explotar aquéllas industrialmente, son las siguientes:

A)—Se trata de una pizarra bituminosa del tipo de absorción, por materias inorgánicas coloidales, del petróleo formado, en forma que pudiéramos llamar selectiva por cuanto la retención fué más fácil de las moléculas más complejas como las de aceites pesados (especialmente compuestos de hidrocarburos no saturados) y la mayor parte de las combinaciones nitrogenadas y del azufre que constituyen los compuestos de alto peso molecular que existían en el aceite primitivo.

1°—Los aceites resultantes de la destilación son de alto peso específico, y dominan en ellos los hidrocarburos no saturados que en total alcanzan la proporción del 70 %. Así lo demuestra también la densidad del aceite intermedio (44,5 %, $d=0,89$) y del lubricante (19 %, $d=0,94$).

2°—La escasa proporción de gasolinas y aceites ligeros que aparecen en el aceite crudo (sólo el 10% a la temperatura de 180 ° C.) y el que la densidad de la porción más volátil (2,5 % es decir la cuarta parte del aceite citado), sea de 0,785 (hidrocarburos nafténicos).

3°—Los aceites procedentes de la destilación de estas pizarras contienen elevadas dosis de azufre (1,68 %). Este se presenta bajo las formas ordinarias de hidrógeno sulfurado, sulfuro de carbono, tiofenos, mercaptanes, etc., pero además formando combinaciones complejas con los compuestos pirídicos. Por esta razón los aceites brutos desprenden un olor muy desagradable.

4°—En la formación de tales esquistos concurren escasas materias vegetales (la celulosa y vasculares pro-

ducen, como sabemos, en la destilación cantidades importantes de fenoles y homólogos y en esta pizarra sólo obtuvimos el 2,50 %). Contrariamente el nitrógeno, más abundante en los seres animales, se denuncia en los productos de destilación, aguas amoniacales, y muy especialmente en los compuestos básicos importantes de la serie pirídica, (piridina, picolina, lutidina, colidina, parvolina, etc.) La serie quinolínic no la he reconocido. Los compuestos nitrogenados no básicos, pirrol, metil-pirrol y de cianógeno, de muy difícil eliminación, existen en cantidades apreciables, resultando penosa así la depuración de estos aceites.

B)—No podemos olvidar que estos esquistos son margosos y como por su compacidad y la fuerte retención por ellos de los hidrocarburos se precisan altas temperaturas para explotarlos, existirá siempre el fenómeno de la disociación de los carbonatos que aquéllos contienen. Esta acción del calor será más sensible en los trozos del material que circulen a lo largo de las paredes de la retorta.

Queda bien descartada con estos antecedentes la posibilidad de que tales pizarras sean, como las de otras formaciones nacionales (Puertollano, por ejemplo) verdaderas torbanitas, que fueron depósitos de compuestos gelatinosos, reteniendo esporos de algas, formados *in situ* y absorbidos por partículas coloidales inorgánicas. En este caso la retención fué más completa y los aceites de destilación contienen, como sabemos, todos los hidrocarburos (los saturados en proporción mínima del 50 %).

Estos resultados están de acuerdo con los trabajos de los especialistas Philip Dumas, Renault y Bertrand.

DIVERSOS ENSAYOS DE ESQUISTOS BITUMINOSOS DE NATURALEZA CALCÁREA (MARGAS)

Considero de interés el relatar, siquiera sea de una manera sucinta, las instalaciones donde se explotan y fueron en un día explotados, minerales bituminosos que contenían al igual que en Ribesalbes, carbonatos de cal y de magnesia.

La más importante de todas ellas, y que ha resultado al parecer, de buenos rendimientos, es la de "El Makarin" (Siria) en la que el material es un asfalto fuertemente calizo de formación cretácea, con el que se obtienen buenos aceites de engrase y combustibles utilizados en los motores de explosión. Es tal la potencialidad de la capa (40 m.) y la riqueza de este material en productos bituminosos (15-20%) que se destina una parte de ellos a la destilación en los hornos pozos, y no se aprovechan los gases permanentes en la calefacción. Por otra parte, la condensación está prevista en su forma más embrionaria, como es la compuesta por previos condensadores de aire y sencillos depósitos de mampostería a lo largo de los cuales se hallan instalados los tubos de órgano que condensan los hidrocarburos más volátiles. Análoga destilería se proyecta para utilizar las disodilas de la región del Líbano, comparando los resultados obtenidos con los de una retorta Rolle ya instalada allí.

También se han ensayado sin éxito otros materiales más o menos ricos en carbonatos, si bien la causa principal de estos fracasos ha sido la pobreza del mineral. Tanto en Velten, cerca de Berlín, la "Generator A. G." en sus hornos Ziegler, como las no menos conocidas de Schandelach, y de Wurtemberg en Alemania han tenido por base la explotación de pizarras bituminosas liásicas (pizarras posidónicas). Aparecen siempre en los gases permanentes de la destilación cantidades bastante sensibles de ácido carbónico. El análisis efectuado en la fábrica de gas de Stuttgart, de los gases obtenidos en la destilación de aquéllas, dió el siguiente resultado:

	Resultado medio	Resultado máximo
Hidrocarburos pesados	0.	9
Hidrógeno	39.	40
Metano	7.	8
Óxido de carbono	7.	8
Ácido carbónico	14.	15
Oxígeno	0,3.	0,5
Nitrógeno y ácido sulfhídrico15	20

Igualmente de formación terciaria existen yacimientos de margas disodílicas en Rott, cerca de Siegburg (Alemania) que sometidas a una pirogenación apropiada dan importante rendimiento de aceites crudos. El resultado total de la destilación parece ser el siguiente:

Agua	24,2 %	Residuos carbonosos	46,3 %
Alquitrán.	20 »	Gas.	9,4 »

Este material fué tratado antiguamente (88.000 toneladas en el año 1866) hasta que la competencia del petróleo americano impidió la marcha entonces satisfactoria de la industria. La operación era conducida con vapor de agua

recalentado, introducido en las mismas retortas (hornos cilíndricos de hierro fundido).

Las pizarras destiladas en Kinnekulle, procedentes de la Manchuria, son también ricas en carbonatos. Los trabajos de Soen V. Berg utilizando sus retortas dan los resultados siguientes:

Aceites	7,25 por 100
Gas por tonelada.	41,50 m ³ .

Composición del gas

SH ₂	1	por 100	
CO ₂	25,8	—	
Cm Hn	0,7	—	
O ₂	0,4	—	
CO	7,9	—	100
H ₂	26,2	—	
CH ₄ y homólogos.	26,3	—	
Dif	11,7	—	

Se ve así también un abundante desprendimiento del ácido carbónico. La explotación industrial de este material aun está en período de estudio.

Los esquistos bituminosos de Sommevest (Nueva Gales del Sur) que contienen una riqueza de hidrocarburos tal, que por destilación rinden desde el 1 al 9 por 100 de aceites crudos, son esencialmente de naturaleza margosa. En su composición entra el carbonato de cal en proporción del 55 hasta el 86 por 100 de su peso, siendo el resto silicatos alcalinos en su mayor parte y óxido de hierro, sulfato calcio y agua. La cantidad de ácido carbónico que se desprendió fué tan extraordinaria a la temperatura de 950° C., imprescindible para llegar al total desprendimiento de los hidrocarburos contenidos en el esquisto, que se consideró muy anormal por el químico experimentador

Walter S. Cooper asegurando que ello sería una grande dificultad al tratarse de explotar industrialmente este material.

CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LAS DESTILERÍAS DE ESTE MATERIAL CARBONOSO

Normas generales y especiales:

Para proceder a una buena instalación en Ribesalbes, deben tenerse en cuenta las normas generales de toda buena destilería (A) y las especiales que exigen aquellas marcas disodílicas (B).

Normas (A)

a) Máximo rendimiento térmico y rendimiento de capacidad. Se consigue uno y otro procurando naturalmente la mayor relación posible entre el contenido del horno y la superficie de transmisión del calor. (Esta relación varía desde 2 m² por un metro cúbico, hasta 10 o 12 por 1, respectivamente).

b) Pequeño espesor de la capa del material para vencer la exigua conductibilidad térmica.

c) Facilidad de salida de los gases y vapores, llevados rápidamente a temperaturas inferiores a las de la destilación.

d) Disposición de los fuegos, a fin de que rodeen las paredes de la retorta atmósferas de gases calientes totalmente expansivas, huyendo de tirajes de humos interiores que no lamen totalmente las superficies transmisoras.

e) Aplicación de materiales constructivos que resistan perfectamente las altas temperaturas a que deben ser sometidos, y a los consiguientes cambios bruscos de éstas.

f) Instalación de dispositivos para conocer en los sitios donde interesen las temperaturas límites y para poder modificarlas con rapidez.

Normas (B)

a) Extrema perfección de la norma A) al objeto de que a las temperaturas de disociación de los carbonatos no puedan exponerse aquellas margas sino en casos indispensables. Se tendrán en cuenta las prescripciones siguientes: No deberán conducirse las destilaciones a temperaturas inferiores a 600° C.; las más interesantes serán las que alcancen los 600-650 para reducir al mínimo la producción de CO₂ armonizada así con el mayor rendimiento.

Una producción al máximo de la retorta, es decir, una duración la más corta de la operación que será próximamente la mitad, puede conseguirse llegando a 800° C. En este caso ha de producirse una gran disociación de los carbonatos, con grave perjuicio de la condensación subsiguiente.

b) Es de absoluta necesidad el intercalar después de la previa condensación de los hidrocarburos densos, un dispositivo para eliminar el ácido carbónico desprendido, lavando los gases en turbina Pelton, (procedimiento utilizado en la fabricación del hidrógeno procedente del gas de agua después de la oxidación catalítica del óxido de carbono) sistema utilizado por la Badische Anilin und Soda Fabrik y en la instalación de Toulouse, ambas de amoníaco sintético, así como en la del nitrógeno, quemando el gas metano natural, para producir cianamida en Dinicio-Sanmartín (Rumanía); en el lavado con aceites, método preconizado en los hornos de coque y destilerías de carbones a bajas temperaturas para retener los vapores difícilmente condensables de benzol e hidrocarburos análo-

gos; y por último el de compresión empleado con éxito en varias destilerías de petróleo de Norte-América, en la de Pechelbronn (Alsacia) y perfeccionado por la Compañía Alkog de Gelsenkirche (cuenca del Rhin).

Retortas apropiadas.

El estudiar ahora, siquiera sea en forma sucinta, cada uno de los tipos de retortas utilizadas ya en esta industria, para ver hasta qué punto cumplen con las condiciones indicadas, nos llevaría a una amplitud tal de este trabajo que no entra en nuestros propósitos. De todos modos me permitiré hacer notar que en Ribesalbes fueron ensayadas las conocidas con el nombre de "Henderson" primitivas y las de "Pentland" o "Young y Beilby" con buenos resultados. Estas últimas fueron trasladadas a Puertollano donde continúan dando un buen trabajo con las torbanitas de aquel yacimiento. Últimamente fueron ensayadas las que destilan a baja temperatura, y con inyección de gases permanentes, sometido el mineral a un movimiento giratorio a lo largo de su generatriz, que ocupa una posición ligeramente inclinada (sistema Del Monte). Por nuestra parte estudiamos en aquel tiempo un plan general de destilería que no pudo llevarse a la práctica por razones de índole económica.

Estimamos también de interés la retorta "Bryson" (utilizada en Escocia), la llamada "Korbofen" de Seefelder (Alemania) y muy particularmente la de "Freeman" y las que actualmente se ensayan en los Estados Unidos, que reduciendo a polvo el mineral previamente, permiten una total extracción de los productos de pirogenación, el reducir el cracking a su expresión mínima y el obtener en lugar de un aceite crudo, fracciones diversas, separables por las diversas temperaturas de destilación consiguientes. Es

evidente que la elección de la más apropiada retorta en cada caso, tiene una importancia capital en los resultados de la explotación, y por consecuencia las normas generales y las especiales citadas, han de tenerse muy en cuenta para su perfecto ajustaje a la práctica industrial.

Proceso industrial

En las diversas consideraciones que venimos haciendo en este trabajo se van definiendo las manipulaciones a que deben someterse estos esquistos. Naturalmente que la primera condición que se impone es la de seleccionar el material, no tan solo evitando así el que pueda llevarse a la retorta una porción más o menos grande de estéril y con tal descuido el que se ocasionen perjuicios y gastos inútiles que a toda costa hay que evitar para que no lleguen a reflejarse en los resultados económicos de la empresa, sino para elegir el mejor esquisto, que en nuestro caso es el más rico en materias bituminosas. No debemos de olvidar que la mayoría de los desembolsos inherentes a esta fabricación, tales como el arranque, el transporte a pie de la destilería, la carga y calefacción de las retortas, así como su descarga, son totalmente los mismos para el material muy bituminoso que para el más pobre y así se concibe, que la utilidad nace de los rendimientos elevados. Bajo un supuesto de que los gastos se pagan con el 6 por 100 de rendimiento en aceite crudo, un mineral que dé el 7 por 100, comparado con otro que rinda el 14, produciría la séptima parte de beneficios que este último, en relación a la más importante fase de este proceso industrial, que es sin disputa la destilación.

Esta operación llevada a cabo en el tipo de retorta más adecuada, descompone como sabemos el esquisto en residuo mineral, en productos de fácil condensación y en ga-

ses permanentes a la temperatura ordinaria. El primero (A) es utilizable por sí solo y mejor con determinadas mezclas, como material hidráulico; el 2º es aceite (B) que por sus especiales condiciones de contener mucho azufre y elementos pirídicos y sulfuempidos de estos últimos, le hacen muy mal oliente y de refino difícil, debe de ser crackinizado; el 3º incondensable (C) ha de someterse a alta compresión para recuperar aun los hidrocarburos que retiene en forma de vapores.

Necesidad de crackinizar el aceite crudo y de llegar a altas compresiones de los vapores incondensables normalmente, para conseguir una ventajosa explotación.

El aceite crudo (B) debe de ser redestilado después, a fin de eliminar la porción más o menos grande de agua que le acompaña. Esta redestilación tiene un doble objeto, el de separar las gasolinas o aceites muy ligeros que contenga, fraccionando hasta 220-230º C., y el de eliminar la materia asfáltica y el coque. Así el crudo queda dispuesto para ser disociado por cracking. Este rompimiento y agregación molecular simultáneos pueden ir acompañados de una acción catalítica (procedimiento Makonine o Prudhomme) y efectuarse bien en los recipientes Burt o mejor en los serpentines a presión Cross o Dubbs. El sistema Meta (calentando con baño de metal fundido) es muy recomendable. Los gases de esta disociación esencialmente ricos en metano e hidrocarburos homólogos deben de ser comprimidos. Los gases totalmente incondensables pueden destinarse después a la calefacción de las baterías de retortas.

La porción incondensable (B) debe ser ante todo lavada con agua a presión y con agitación rápida para absorber el ácido carbónico, o puede lavarse con aceite, o ser tratada con lechada de cal como efectúa la sociedad alemana Kohlenschwelungsgesellschaft. m. b. H de Frankfurt Main que tiene además como sabemos la ventaja de eliminar a su vez el ácido sulfhídrico. Sigue luego un enfriamiento y una previa compresión simultáneas a 4 o 5 kilos para recuperar las esencias ligeras destilando desde el pentano y amileno (35°-37° C.) hasta el nonano, noneno y nonafteno (148°-140°-135° C. de temperatura de ebullición, respectivas.)

La nueva porción incondensable podría someterse por fases sucesivas hasta la compresión de 40 atmósferas, siguiendo el método de la Alleok de Gelsenkirche. Así se obtendría una mezcla de hidrocarburos líquidos cuya potencia calorífica por kilogramo llegaría a 15.000 calorías, destilando desde 100° C. hasta 40° C. y cuyo peso específico, con relación al agua, es de 0,60 y el de sus vapores con relación al aire de 1,25. El empleo de este líquido como combustible presenta extraordinarias ventajas sobre el del acetileno y del hidrógeno en la soldadura de metales. El adjunto cuadro lo demuestra bien claramente.

Una bombona de acero de 80 kgs. de tasa y 40 litros de capacidad contiene:

MATERIAL	PESO	VOLUMEN A 0° Y 760 m/m.	PRESIÓN DE LA BOMBONA	CALORÍAS
Hidrocarburos de compresión.	20 ks.	13,6 m ³	40 at.	200.000
Acetileno disuelto.	6,4	5,9 »	60 »	77.700
Hidrógeno. .	0,54	6,00 »	150 »	15.500

La adecuada desulfuración de estas gasolinas así como su tratamiento químico es absolutamente indispensable.

Esta marcha industrial evitaría todo desacierto en la fabricación de productos intermedios. Ordinariamente se lleva a cabo, como sabemos, en las destilerías la separación de los productos diversos por lotes de fraccionamiento. En este caso los aceites ligeros, los medios para el uso en los motores Semi-Diesel y los pesados para Diesel resultarían con dosis exageradas de azufre y de olor muy desagradable. La depuración mediante el ácido sulfúrico es muy delicada por la facilidad de formarse sulfoconjugados. Las bases pirídicas combinadas con el azufre tampoco son solubles en aquél, ni concentrado, ni diluido, etc. etc. La exigua proporción de hidrocarburos nafténicos no permite ni siquiera con una estrecha concentración, el producir grasas minerales viscosas de lubricación. Por otra parte la técnica química avanza sin contratiempos por los nuevos senderos del cracking y de la catalización, como lo demuestra el buen funcionamiento de las instalaciones que surgen en naciones diversas acomodadas a las condiciones especiales de las materias primas respectivas, y a las también imperativas de los mercados.

La instalación así propuesta sólo produciría gasolinas de los cuatro grupos: aviación, automovilismo de lujo, camionaje y para motores a explosión agrícolas fijos, de excelentes condiciones, que sólo enumero para no hacer este trabajo demasiado largo:

1°—Aumentar la resistencia de la preignición permitiendo en los motores compresiones superiores a las ordinarias ($4\frac{1}{2}$ y 5 kgms.) con un mayor rendimiento por consecuencia.

2°—Facilitar el régimen anti-detonante del motor por

la menor velocidad de las ondas explosivas, (mayor rendimiento y conservación del motor).

3°—Procurar una mayor suavidad en el cambio de velocidades.

4°—Su mezcla con las gasolinas de importación mejoraría las condiciones de éstas.

El último gráfico que se acompaña muestra sintéticamente esta serie de procedimientos.

ANTONIO MORA
Ingeniero Industrial

ÍNDICE

	<u>Páginas.</u>
Exposición	3
Nota sintética	13
Estudio geológico de los criaderos	17
Formaciones cuaternarias.	21
Cuenca de Ribesalbes	22
Corte	24
Prolongación meridional de La Rinconada.	25
Prolongaciones septentrionales.	26
Valor minero	31
Cubicación	33
Concesiones vigentes	34
Recorrido a San Chils	34
Dimensiones del criadero.	39
Bordes y prolongaciones	40
Cuenca de Araya	42
Cuenca de Fanzara	45
Menas. Análisis	47
Recorrido de Ribesalbes a Rubielos	51
Edad de la cuenca	55
Flora de Ribesalbes.	59
Familia de las coníferas	63
Monocotiledóneas	66
Dicotiledóneas.	67
Flora de Rubielos	71
Fauna de Ribesalbes	73
Bibliografía.	81
Nota sobre algunos insectos fósiles	87
Orden dípteros	91
Orden odonatos	101
Notas relativas a su naturaleza y a su explotación industrial.	111
Generalidades.	113
Conclusiones	115
Análisis	120
Ensayos de esquistos	131

FE DE ERRATAS

Página 21, 1.^a línea: Formaciones cuaternarias. *Debe ser apartado secundario, no principal.*

Página 40: fototipia 17, *léase* 18. Cuenca de Rubielos de Mora.