

podía menos de citar atendida su importancia, ofrece el trias otros del mismo orden, que no le ceden en interés. Entre ellos debe mencionarse el descubrimiento en los Estados Unidos de impresiones de piés, que se cree poderlas referir á una especie de ave tridáctila, y el de huellas ó vestigios de piés de tortugas y de un sér curioso, que segun todas las probabilidades, es un gran batracio, ó por lo menos, representante de un tipo intermedio entre los crocodilos y las ranas. Las impresiones de este último, que lleva los nombres de Cheirotherium y Labyrinthodon, se han encontrado en Hesseberg (Sajonia), en el Wurtemberg y en otros puntos de Alemania, y en Inglaterra, en Storton Hill, no lejos de Liverpool.

Otros grandes reptiles, como el chryosaurus, rhynchosaurus, nothosaurus, y además varios peces, caracterizan igualmente el trias.

Entre los moluscos debe mencionarse la primera aparición de los ammonites, sección de los ceratites. También aparece por primera vez en este período el género trigonia, que adquiere gran desarrollo en los terrenos jurásico y cretáceo; el género plicatula y otros: entre los equinodermos, los pentacrinus. La trigonia vulgaris, la posidonia minuta, la myophoria lineata y particularmente la avicula socialis, son esencialmente características del trias.

La vegetación de este período ofrece un carácter de transición muy notable, conservándose aun formas de los terrenos primarios, como los neuropteris entre los helechos; apareciendo ya muchas plantas dicotiledóneas gymnospermas, que se presentan en él por primera vez.

Resumiendo todo lo dicho acerca del carácter paleontológico del trias, puede establecerse que en general el piso superior, ó sea el keuper, está caracterizado por la presencia del microlestes, del nothosaurus y rhynchosaurus, de los peces saurichthys y gyrolepi, y bastantes plantas equisetáceas, cicadeas y coníferas, muy parecidas á las del lias y de la oolita inferior. El muschelkalk se distingue particularmente por el gran número de moluscos, de crinoideos y radiarios que contiene. Por último, el piso inferior ó de las areniscas abigarradas, contiene los pasos de tortugas, del labyrinthodon y de aves, y bastantes helechos, cicadeas y coníferas, particularmente varias del género voltzia (figs. 90, 91, 92, 93 y 94).

**ESPESOR.**—Sumando las alturas que alcanza este terreno en los diferentes puntos que se ha observado hasta el día, se ve que representa un período bastante largo de la historia del globo, pues llega su espesor á mas de 1,000 metros. Omalius dice que en la Selva Negra el pico del Hornsgrind, formado por el trias, tiene 1,170 metros de altura.

**DIVISION.**—Los geólogos están acordes en admitir la division establecida en este terreno por Alberti en 1834, en tres pisos, que de abajo arriba son: inferior, de la arenisca roja abigarrada ó del Bunter-Sanstein; medio ó muschelkalk (caliza conchifera) y tambien de encrinites y ceratites, y superior, keuper ó de las margas y mejor arcillas irisadas.

**EXTENSION Y DISTRIBUCION GEOGRÁFICA.**—El trias se encuentra muy desarrollado en varios puntos de Europa y en ambas Américas. En la Suabia, que es donde se presenta con toda su admirable regularidad, ocupa gran parte de esta comarca, apoyándose al oeste en las montañas de la Selva Negra y del Oderwald, y perdiéndose hácia el este debajo del terreno jurásico del Rauhe-Alp. También se observa con caracteres muy curiosos, segun diremos mas adelante en los alrededores de Stuttgart y en muchos otros puntos de Alemania, el Tirol, Bohemia, la Moravia, Rusia, etc.

En Francia se ve en los Pirineos; en la Lorena, donde

está muy desarrollado el piso del muschelkalk, en las dos vertientes de los Vosgos y en Normandía. En Inglaterra ocupa una faja que se extiende del sur al norte hasta Irlanda y Escocia, representado por el piso superior, que constituyen las pizarras y areniscas yesosas y salíferas, y por el inferior ó de la arenisca y conglomerado cuarzo, de color rojizo. El muschelkalk falta en el Reino-Unido, segun Lyell.

En la Península el trias, además del gran desarrollo que adquiere, así en superficie como en altura, y de las masas de sal que contiene y se explotan, ofrece una particularidad muy notable, cual es la de verse con frecuencia sus estratos alterados y dislocados profundamente por materiales ó rocas plutónicas, particularmente por la diorita.

El Sr. Verneuil indica, entre otras, las localidades siguientes: Cehegin, cuyo trias contiene hierro magnético y diorita; Cieza, donde las margas del keuper se ven atravesadas por diorita; la Sierra del Lloro, en la que el trias está rodeado

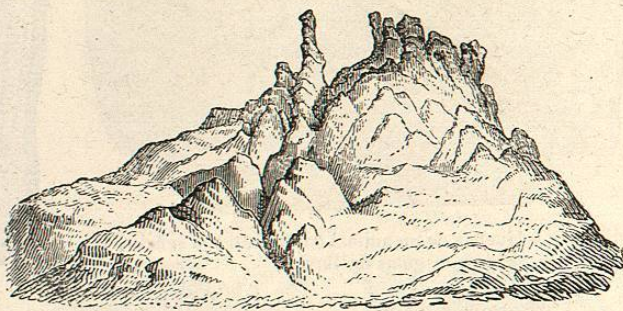


Fig. 95.—Agujas de Santa Agueda, Desierto de las Palmas

por el nummulítico y alterado por la misma roca; en la Loma negra, cerca de Miravet (Tarragona), la roca al parecer es una eurita ó meláfido. Las que este geólogo cita en Segorbe, Cirat y Manzanera, las he visto extenderse al trias de Sarrion, en el barranco de los Judios y al otro lado de la Sierra Camarena ó Javalambre: la que constituye las llamadas Peñas negras, entre Charlet y Catadau, ha levantado hasta la vertical, las calizas margosas del muschelkalk, bastante rico en fósiles. En Villed (Teruel) penetra en las capas inferiores de margas y yeso. ¿Podría referirse, al menos en la Península, la presencia en el trias de la sal, del yeso y de las Dolomias, rocas con frecuencia compañeras y de origen no siempre fácil de apreciar, á estas curiosas erupciones dioríticas?

En España, en los diferentes puntos en que hasta ahora se ha reconocido, en las dos grandes regiones de Andalucía y la Mancha, en el reino de los Judios y Aragón, lo mismo que cuando se presenta en manchones sueltos, como en Santander, el terreno triásico se halla representado por los mismos tres pisos que en Suabia, Francia y Alemania.

El piso poikilitico, pecilico ó de la arenisca abigarrada, ofrece una composición bastante uniforme en todos los países, y en España en especial está representado por dos órdenes de estratos, el superior empieza por arcillas hojosas de color rojizo y violeta, que suelen pasar por arriba á la caliza del piso medio, y por abajo van cargándose del elemento arenáceo y tomando el aspecto de una especie de samita hojosa micácea, de grano fino, en bancos delgados. Se explota en Portaceli, el Puig y en otros puntos del reino de Valencia, donde se le da el nombre de Ródeno, con destino á las obras del puerto del Grao, á las aceras y empedrado, á cubrir los edificios rurales, y para otros usos. El inferior consta tambien de areniscas cuarzosas, menos micáceas, de grano basto, de estructura maciza, pasando en algunos puntos á un verdadero conglomerado (fig. 96).

Este piso alcanza en algunos puntos gran desarrollo, como en Pina (Castellon), que segun Verneuil, tiene 1388", y en la capilla de San Miguel (Desierto de las Palmas) 738".

El piso conchifero ó del muschelkalk tambien está bastante desarrollado en la Península, y lo forman, como se ve en este corte, grandes bancos de caliza dolomítica algo arcillosa, de colores claros blanco, gris ó amarillento; muy inclinados, y á veces completamente verticales, ofreciendo el aspecto de grandes dikes en relacion con rocas eruptivas dioríticas, cuyo color negro ha hecho se dé en el país á la localidad el nombre de Peñas negras (Peñas negras). En el citado punto este piso está cubierto por el keuper ó margas irisadas, con masas considerables de yeso en explotacion.

Por último, el superior ó keuper consta de arcillas, Dolomias, yesos y considerables depósitos de sal, cuya existencia se revela á menudo por manantiales salados, que son objeto de ricas explotaciones, y uno de los rasgos mas distintivos de este piso; hasta el punto que algunos autores dan á todo

el terreno el epíteto de salífero. Las margas suelen ir acompañadas de areniscas y conglomerados en la parte superior, de yesos y Dolomias en el medio, y de lignito arcilloso, arcilla carbonosa y pizarra caliza en la base ó parte inferior.

El corte abierto desde Alpera á Almansa para el paso del ferro-carril, puede citarse como clásico por la variedad de colores que ofrecen las margas, que bien pueden llamarse allí con propiedad irisadas.

Este piso en general es pobre en fósiles; pero á falta de ellos, la presencia de la sal, de los yesos, algunas veces de la Dolomia, como en el pico de Ranera (Cuenca), de los jacintos de Compostela, y en varios puntos del aragonito, llamado así por haberlo encontrado por primera vez en Molina de Aragón, son suficientes datos para caracterizar este piso. La sal del keuper se explota principalmente en Manuel, Minglanilla, Villena, Fuentes Saladas, Villargordo de Gabriel, Arcos y otros puntos.

Generalmente tambien escasean en España los fósiles en

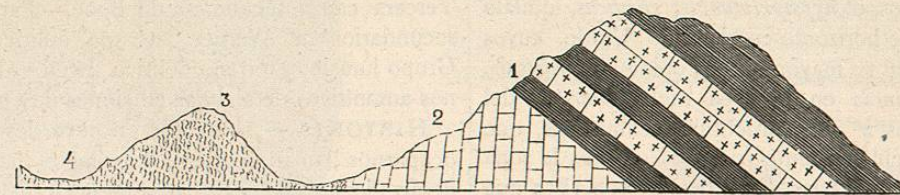


Fig. 96.—Corte geológico del trias entre Carlet y Catadau

1 Arcillas rojizas y verdes del Keuper, con bancos y masas de yeso.—2 Calizas fosilíferas del Muschelkalk, en capas verticales.—3 Diorita en masa, constituyendo las Peñas negras.—4 Barranco de Carlet

el muschelkalk, á pesar de la riqueza en restos orgánicos que su etimología alemana indica, pues muschel significa concha, y kalk, caliza. Sin embargo, en Hinarejos, Royuela, Mora de Ebro, entre Jalance y Jarafuel, en Bolbayte, entre Tivisa y Belmont, y en Carlet se han encontrado el ceratites nodosus, la avicula socialis, la myophoria levigata y curvirostris, y otros característicos.

En Suabia este piso está formado, segun Alberti, de tres órdenes de capas: el superior, compuesto de calizas, que llamó de Friedrichsall por la localidad en que se encuentra; el medio, de yeso anhidro ó karstenia, asociado de sus compañeros el yeso comun, la Dolomia y la sal; y el inferior, de bancos de calizas alternando con otros de margas, afectando una estratificación ondulada en SS ó ZZ, de donde procede el nombre de Wellen-kalk que lleva, pues en aleman welle significa onda.

**FORMAS Y ACCIDENTES DEL TERRENO.**—Las formas y accidentes que ofrece este terreno, están en relacion con el piso que predomina: así es que las arcillas del keuper forman colinas de escasa elevacion, redondas, coronadas de mesetas y asurcadas por profundos barrancos. El muschelkalk y ródeno, presentándose en general en capas muy inclinadas, y hasta completamente verticales, prueba evidente de las dislocaciones que han sufrido, imprimen las formas mas caprichosas á las montañas, las cuales ostentan cimas agudas y cortadas profundamente, como se ve en la Sierra de Espadan, y sobre todo en las Agujas de Santa Agueda (Castellon), cuyo dibujo copiamos de la Memoria del Sr. Botella. La desigual descomposicion de sus varios elementos produce estos resultados, á los que si se agrega la coloracion, generalmente rojiza, de las montañas, tendremos lo suficiente para distinguir y reconocer, aun á larga distancia, la existencia de este terreno (fig. 95).

Los antiguos supieron sacar partido de los accidentes orográficos de este terreno, construyendo fortalezas, que podian

considerarse como inexpugnables, atendidos los medios de que disponia entonces el arte militar. Los castillos de Moya, Hinarejos, Boniches, Ayora, Almansa y otros, son buen ejemplo de lo que acabamos de indicar.

**MATERIALES ÚTILES DEL TRIAS.**—La descripción que acabamos de trazar de los diferentes elementos calizo, margoso, ó mejor arcilloso y arenáceo, que son por decirlo así, esenciales á la composición del trias, nos da una idea de los materiales útiles que proporciona este terreno. Además, las rocas eruptivas, que con tanta frecuencia se encuentran relacionadas con este terreno, pueden emplearse como piedras de adorno en la construcción cuando se hallan intactas, al paso que los detritus de su descomposición suministran excelentes tierras vegetales. Por último, la sal, el yeso, el carbon seco ó estipita, y alguna que otra sustancia metálica que se encuentran accidentalmente en el trias, dan á este terreno gran valor industrial.

Antes de proceder á la descripción del terreno jurásico, conviene que digamos algo sobre un horizonte geológico intermedio, ó como quieren otros, de tránsito, entre aquel y el triásico que acabamos de explicar; horizonte que ha motivado durante los últimos años empeñadas discusiones, reproducidas en la reunion extraordinaria de la Sociedad geológica de Francia, celebrada en Chalons sobre el Sena, y en Autun del 24 al 31 del último agosto, á la que he tenido el gusto de asistir en compañía de mi hermano D. José y de otro ingeniero de Minas, el Sr. Mallada, bien conocido por su Sinopsis de los fósiles característicos de los terrenos de España, inserto en el Boletín de la Comisión del mapa. Al representante de este singular piso geológico lo llamó ya Gumbel en 1861 *rético*, por hallarse bien representada esta parte, que consideraba como el coronamiento del trias, en los Alpes réticos ó tienses; posteriormente se ha discutido mucho acerca de la verdadera posición de los materiales que lo representan, designados tambien con el nombre de

zona de la *avicula contorta*, por ser esta el fósil mas característico, considerándola algunos como la base del lias, y no pocos como terreno independiente; la singular composicion mineral y orgánica que ofrece este depósito y sus relaciones estratigráficas, cuando la serie está completa con las margas irisadas en unos puntos, y con lo que impropriadamente llamó Leymerie *infralias* en otros, explican plausiblemente la diversidad de opiniones entre los hombres mas competentes de Europa. Con efecto, en Inglaterra, por ejemplo, donde está muy desarrollado, existe entre las margas del keuper, y lo que llaman lias blanco, una serie de veintinueve capas de pizarras negras, calizas azules y de otros colores casi siempre arcillosas, areniscas algo micáceas, arcillas negras duras con gran número de fósiles, entre los que figuran en la base la *avicula contorta*, *natica Oppeli* y muchos restos de peces, y en la parte superior el *cardium rheticum*, *pecten valoniensis*, la *avicula contorta* y otros.

El descubrimiento hecho en Watchet (Somerset) por Dawkins de un premolar de mamífero, probablemente de la familia de los kanguros, el *hyssiprimnopsis rheticus*, quilita la importancia de este horizonte en el Reino Unido, cuyos geólogos, siguiendo en su mayor parte la opinion de Agassiz, fundada en la presencia en la capa dicha *bone-bed* del *gyrolepis tenuistriatus* y del *saurichthys acuminatus*, que consideraba como exclusivamente triásicas, colocan la zona en cuestion en la cima del trias. Lyell decia ya en 1857 que la capa donde se encontró, en Suabia, el *microlestes*, á la que comparaba Suess, de Viena, los materiales de Koessen, contiene verdaderas especies triásicas, circunstancia que convenia no olvidarlas los que la quieren referir al jurásico.

En la Alemania del Norte el depósito en litigio se continúa sin discordancia, desde las margas irisadas del keuper hasta el horizonte francamente liásico de la *ostrea arcuata*, hallándose representado por varios grupos de estratos de arcillas azules y arenas amarillentas, cubriendo las areniscas pizarreñas y calizas arcilloso-arenáceas con el *am. angulatus*, *am. Hagenowii*, *lima gigantea*, varias *cardinias* y la *ostrea irregularis*; siguen mas abajo arcillas gris azuladas con concreciones ferruginosas, llevando *asteria lombricalis* y *calamites arenáceas* y bivalvas indeterminadas; por último, cierran la serie areniscas, relacionadas, segun Strombek, con las margas irisadas. La desaparicion de todas las especies del keuper y la presencia de muchas que se continúan y desarrollan en el lias, inclinan el ánimo de no pocos geólogos de aquella parte de Europa á colocar en la base del jurásico este horizonte, que Schlombach considera como independiente, estableciendo el lazo de union entre el keuper y el lias.

En Austria, Baviera y toda la Alemania del sur, en Suiza, Italia y Francia hállase tambien muy desarrollado este horizonte; observándose, en cuanto á la composicion mineral, el predominio del elemento arenáceo y arcilloso silíceo en Francia, Bélgica y el norte de Alemania, al paso que en Inglaterra, en Italia y en la mayor parte de las comarcas alpinas su materia es mas bien margoso-caliza y pizarreña, siempre en relacion con la composicion de los terrenos inmediatos. En cuanto al carácter estratigráfico, si se exceptúan muy pocos casos de discordancia, puede decirse que se continúan desde el trias hasta el liásico inferior sin accidentes notables. Por último, bajo el punto de vista orgánico, la fauna en especial, aunque representada por especies triásicas que van á desaparecer y por liásicas que empiezan á existir, parece afectar de preferencia este último carácter, supuesto que cincuenta y ocho especies aparecen y pasan mas arriba, al paso que en la zona de *avicula* concluyen diez y seis del triásico: presenta, no obstante, este horizonte un

conjunto de organismos especial que no permite confundirlo ni con el uno ni con el otro, sirviendo, por decirlo así, de tránsito ó de lazo entre ambos: debe, por consiguiente, considerarse como un nuevo terreno, si bien mas análogo con el jurásico, cuya base puede representar segun la opinion hoy mas generalizada.

La empeñada discusion del minucioso estudio de este horizonte y de otros que mas adelante se darán á conocer, prueba la circunspeccion con que debe procederse en las exploraciones geológicas y el valor siempre relativo que debe darse á las divisiones de los terrenos como representantes de las épocas en que se distribuye la historia terrestre, mas bien para facilitar el estudio que, como unidades reales é independientes, bien discernibles en la naturaleza.

#### TERRENO JURÁSICO

**SINÓNIMIA.**—Terreno jurásico de la mayor parte de los geólogos.—Jurakalk y Oolitenkalk de los alemanes.—Tercera caliza secundaria de Boué.—Parte de los terrenos secundarios de Werner.—Grupo oolítico, Delabeche.—Grupo jurásico y terreno oolítico, Lyell.—Parte de los terrenos amoníticos de algunas ediciones de Omalius.

**HISTORIA.**—Al terreno en cuya descripcion vamos á ocuparnos llaman oolítico los geólogos ingleses, por el gran desarrollo que en él adquieren en la Gran Bretaña las calizas oolíticas; pero en general se prefiere la denominacion de jurásico, deducida de la cordillera del Jura, por hallarse en ella muy desarrollado, y por ser uno de los puntos donde por primera vez se reconoció su verdadera posición geognóstica y cronológica.

**DEFINICION.**—Llámase terreno jurásico al conjunto de materiales, así inorgánicos como orgánicos, depositados entre el levantamiento del Thuringerwald y el de la Costa de Oro, cuyos caracteres son:

**CARÁCTER MINERALÓGICO.**—Bastante difícil es designar el carácter mineralógico del terreno jurásico, á no limitarse á decir que está compuesto de calizas mas ó menos compactas ú oolíticas, alternando con capas de margas, arcillas, raras veces areniscas, con algun banco ó depósito subordinado de hierro pisolítico y lignito. En la Península, algunas calizas son silíceas, y llevan además nódulos de pedernal en su masa. La abundante variedad de oolitas calizas ó ferruginosas que ofrece, hace se le llame oolítico, á pesar de que en muchos puntos esta estructura no se presenta, y las rocas son compactas ó margosas.

Entre las rocas plutónicas contemporáneas ó posteriores á este terreno, y cuya salida determinó la dislocacion y demás accidentes estratigráficos y metamórficos de sus materiales, los mas notables son los pórfidos piroxénicos y granitoides, los ofitos, las serpentinas, algun granito y las sienitas.

**CARÁCTER ESTRATIGRÁFICO.**—Los límites estratigráficos de este terreno son: por abajo el levantamiento del Thuringerwald, que lo aísla del triásico, sobre el que con frecuencia descansa en estratificacion discordante; por arriba recibe en condiciones análogas á la parte inferior del cretáceo, efecto sin duda de la intercalacion del de la Costa de Oro.

**CARÁCTER PALEONTOLÓGICO.**—El terreno jurásico se distingue por ser el de la primera aparicion de los mamíferos didelfos; por el gran desarrollo de los reptiles de gran tamaño y de formas extraordinarias, y por el considerable número de especies de ammonites y belemnites. Entre los vegetales los mas notables son: las araucarias, zamias, colas de caballo, algunas tuyas y helechos.

**ESPESOR.**—En algunos puntos el jurásico alcanza mas

de 2,000 metros en sentido vertical, pudiendo citar, entre otros ejemplos de la Península, Javalambre, junto á Sarrion (Teruel).

**DISTRIBUCION GEOGRÁFICA.**—El terreno jurásico ocupa bastante extension geográfica en Europa. En Francia forma una especie de faja alrededor de las cuencas terciaria y cretácea, pirenaica, mediterránea y anglo-parisiense. Esta última se extiende á través del Canal de la Mancha hasta Inglaterra, donde se halla muy desarrollada, y constituye una

zona de 48 kilómetros á lo menos, entre el condado de York y el de Dorset, estableciendo el límite tambien de la cuenca cretácea.

Parte de la zona mediterránea constituye, por un lado, la cordillera del Jura y se extiende hasta los Vosgos, y por otro penetra en los Alpes, donde adquiere gran desarrollo en superficie y altura.

En Italia el terreno jurásico ocupa en muchos puntos el eje central de los Apeninos, como se ve en Asis, Cesi, Terni,



Fig. 100. — *Pentacrinus fasciculosus*

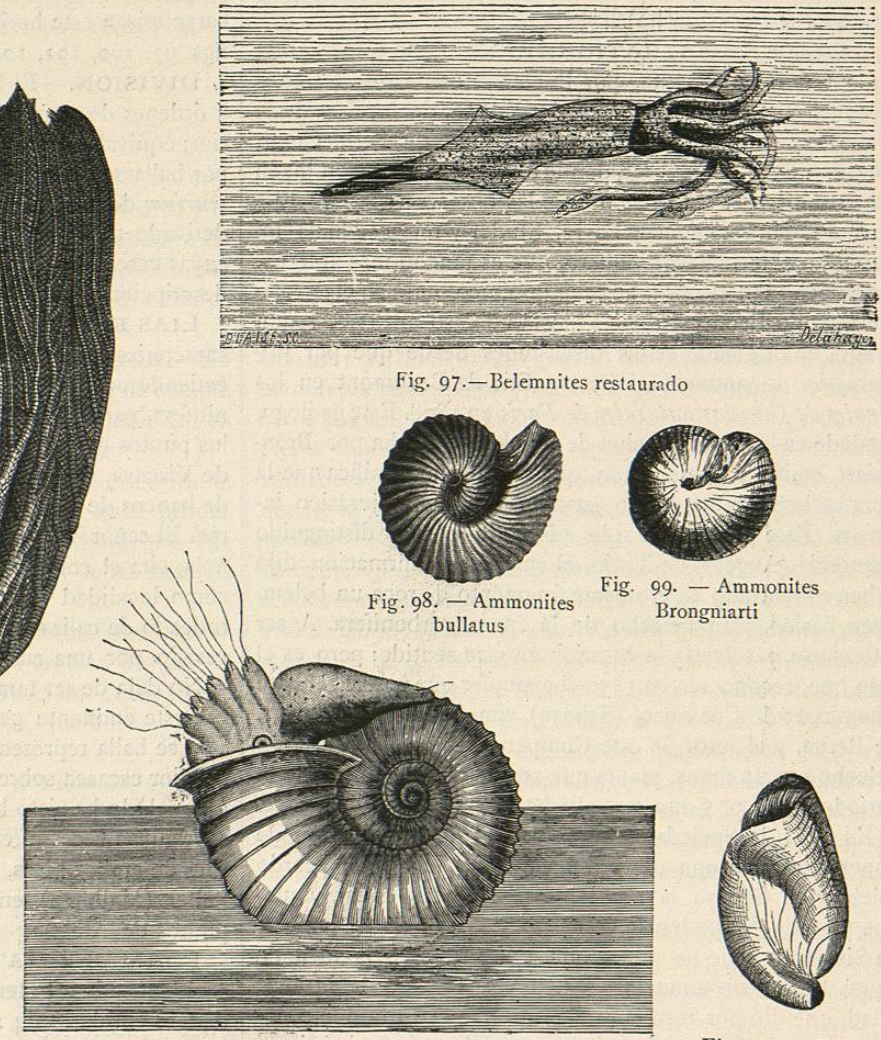


Fig. 97.—Belemnites restaurado

Fig. 98.—Ammonites bullatus

Fig. 99.—Ammonites Brongniarti

Fig. 101.—Ammonites restaurado

Fig. 102.—Terebratula subsella

Monticeli, cerca de Roma, etc.; en otros forma parte de sus estratos, como en las famosas canteras de Carrara, que por sí solas bastarian á darle importancia.

Por último, en España este terreno ocupa muchísima menos extension que el cretáceo, presentándose mas bien en puntos aislados que en grandes depósitos.

**DIVISION.**—Segun la clasificacion adoptada, dividiremos este terreno, mas bien por conveniencia que por caracteres estratigráficos, pues no se conoce hasta ahora ningun levantamiento que haya interrumpido la formacion de sus estratos, en cuatro pisos, y son: 1.º liásico; 2.º bathónico; 3.º oxfordico y 4.º portlándico; denominaciones de origen inglés, por ser la Gran Bretaña donde se les asignó primero la posición respectiva y caracteres propios.

#### PISO PRIMERO — Liásico

**DEFINICION.**—Este piso, que algunos, siguiendo á Lyell, separan del jurásico, dándole el carácter de terreno

independiente, corresponde á los pisos toárcico, liásico y sinemúrico de D'Orbigny; ocupa la base del terreno jurásico, descansando en estratificacion discordante, cuando la serie no está interrumpida, sobre el trias, del que lo separa el levantamiento del Thuringerwald.

**CARACTER MINERALÓGICO.**—La composicion mineralógica del lias ofrece de notable el gran desarrollo de las margas y arcillas de colores oscuros, pardas, azules ó casi negras, que comunican á las canteras un aspecto singular. La estructura de las rocas es pizarrosa, presentándose tambien en grandes depósitos; alternando con alguna capa de caliza, comunmente arcillosa. En algunos puntos, como en las cercanías de Delemont (Suiza), se presentan intercalados en los estratos de este terreno algunos nódulos de marga endurecida, que participan del carácter arcilloso del terreno, con la particularidad de contener en su interior bellas cristalizaciones de sulfato de estronciana. He recogido en dicho punto algunos de estos nódulos del tamaño de la cabeza y aun mayores.