

BOLETÍN
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

BOLETÍN

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO

DE

ESPAÑA



TOMO XL

—

TOMO XX

SEGUNDA SERIE

(1919)

MADRID

SUCESORES DE RIVADENEYRA (S. A.)

ARTES GRÁFICAS

Paseo de San Vicente, número 20.

1919

El Instituto Geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

Artículo 1.º La Comisión del Mapa Geológico, nombrada por el Decreto de 26 de Marzo de 1873, que en lo sucesivo se denominará **Instituto Geológico de España**, seguirá encargada de la formación del Mapa Geológico de España, así como el trazado de las cartas geológico-industriales de las diversas provincias o regiones, por el orden y con los detalles que su respectiva importancia requieran, hasta reunir el caudal de estudios sobre estatigrafía, petrografía, tectónica, aguas minerales, manantiales artesianos, rocas y minerales aplicables a la agricultura y a la industria y cuanto se especifica en el citado Decreto, indispensable al conocimiento físico, geológico y minero del territorio nacional.

Artículo 12. Para el desempeño de todas las funciones y servicios reseñados en los artículos anteriores habrá una Comisión permanente de Ingenieros del Cuerpo Nacional de Minas.

Estos Ingenieros y los Auxiliares facultativos que sirven a sus órdenes formarán la plantilla técnica del Instituto.

Fuera de la plantilla estarán los Ingenieros agregados y demás personal facultativo que preste servicios temporales al Instituto.

Artículo 25. La Dirección del Instituto, teniendo en cuenta los recursos disponibles y los trabajos ultimados por los Ingenieros a sus órdenes, podrá publicar las Memorias, Mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en análoga forma a la de los Boletines y Memorias de las Instituciones similares extranjeras, y podrá establecer la venta y suscripción de estas producciones, a fin de que los recursos que así se obtengan contribuyan a sufragar los gastos de publicación, si bien con la obligación de remitir gratuitamente un ejemplar de cada obra a las Jefaturas de los Distritos mineros, a las Direcciones generales de los Ministerios de Fomento y Hacienda, a las Academias de Ciencias y a los Centros oficiales del Cuerpo de Minas.

(Decreto de 28 de Junio de 1910.)

PERSONAL

DE LA

COMISIÓN PERMANENTE DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Excmo. Sr. D. Rafael Sánchez Lozano (*Director*).

Ilmo. Sr. D. César Rubio y Muñoz (*Subdirector*).

Sr. D. Domingo de Orueta.

Sr. D. José Carbonell.

Sr. D. Vicente Kindelán.

Sr. D. Luis Santa María.

Sr. D. Alfonso Fernández y Menéndez Valdés.

Sr. D. Manuel Ruiz Falcó.

Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis.

Sr. D. Guillermo O'Shea.

Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.

Sr. D. José de Gorostizaga.

Sr. D. Enrique Dupuy de Lôme.

Sr. D. Juan Gavola Laborde.

BOLETÍN

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

PRÓLOGO

Poco tiempo después del fallecimiento del Excelentísimo Sr. D. Manuel Fernández de Castro, el sabio Ingeniero de minas que durante veintidós años dirigió la Comisión ejecutiva del MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA se publicaba el tomo I de la segunda serie y XXI de la colección, con el propósito de dividir ésta en series de 20 tomos. De conformidad con tal propósito, queda terminada la segunda serie con el presente tomo, que es el XX de la misma, y se dará principio el año próximo a la tercera, con la publicación del tomo I, que será el XLI de la colección.

Comienza el que ahora damos a la luz pública por un extenso trabajo, «Los terrenos mesozoicos de Navarra», de que es autor el Ingeniero de Minas y reputado geólogo D. Pedro Palacios, a quien se deben otros varios trabajos concernientes también a la geología de dicha provincia, los cuales han sido ya insertos en tomos anteriores de este BOLETÍN.

Del mismo autor, y referente también a la geología de la misma provincia, es una nota acerca de «La Formación cambriana en el Pirineo navarro», en la cual se consignan interesantes datos que hacen suponer la existencia del terreno cambriano en esta sección de la cordillera pirenaica.

Sigue a este trabajo otro, no menos interesante, relativo a los terrenos «cretáceo y eoceno de Guipúzcoa», debido al Ingeniero D. Vicente Kindelán, en el que, entre otros extremos, se demuestra, mediante documentos paleontológicos fehacientes, la existencia del terreno terciario inferior en el litoral guipuzcoano.

Se inserta a continuación el «Informe sobre el reconocimiento de la serranía de Ronda», redactado por D. Domingo Orueta, Ingeniero-director de los trabajos emprendidos por cuenta del Estado, para la investigación de yacimientos de platino en los aluviones de varios ríos de la citada comarca. En dicho informe, después de consignar los motivos que aconsejaron encomendar a la iniciativa oficial la ejecución de los referidos trabajos, en una extensión determinada de terreno, explica el Sr. Orueta el procedimiento seguido en los sondeos hechos al efecto, y da noticia de los resultados obtenidos. Explica después el orden de los trabajos que le condujeron al descubrimiento de otros yacimientos metalíferos, principalmente de níquel y de cromita, y concluye designando los perímetros de los terrenos que deben ser reservados al Estado para la explotación, en su día, de los antedichos yacimientos metalíferos.

Termina el tomo, que, según queda dicho, es el último de la segunda serie, con un índice general de las materias contenidas en todos los volúmenes de la colección de BOLETINES y MEMORIAS, que han ido apareciendo desde el año de 1873 al de 1919. Este índice, cuya utilidad se reconoce desde luego, se compone de dos partes: una geográfica, por provincias y regiones, y otra por autores, con lo cual se facilita la consulta de los trabajos publicados por la Comisión del MAPA y por el Instituto Geológico.

Poco después de repartirse el presente volumen verá la luz pública una nueva edición, corregida, del MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA en escala de 1 : 1.500.000. Agotada hace ya algún tiempo la del año 1902, era urgente e indispensable esta nueva edición, que, seguramente, estará terminada antes de finalizar el año y la cual ofrecemos a los subscriptores en substitución de la MEMORIA anual que, ya casi dispuesta para imprimirse, no podrá, sin embargo, publicarse hasta el año próximo, por hallarse agotados los recursos disponibles para el corriente en el presupuesto del Estado.

LOS TERRENOS MESOZOICOS
DE NAVARRA

POR

D. PEDRO PALACIOS,

Ingeniero de Minas.

Los terrenos mesozoicos de Navarra

Estudios practicados en la provincia de Navarra con posterioridad a la publicación del Mapa geológico de España formado por la Comisión de ingenieros que presidió el inolvidable D. Manuel Fernández de Castro, han demostrado la necesidad de introducir algunas variaciones en la parte correspondiente a dicha provincia cuando hubieren de reproducirse las hojas que la comprenden, y esto con tanto más motivo cuanto que, habiendo aparecido, también posteriormente, las hojas de la Carta oficial francesa referentes a la zona pirenaica occidental, y advirtiéndose en ellas notables diferencias con respecto a las otras cartas de diverso origen hasta entonces conocidas, se hace preciso acordar, rectificándolos con arreglo a los novísimos datos, los contornos de las diferentes formaciones geológicas que pasan del uno al otro lado de la línea internacional.

Con este objeto, y atendiendo amistosas excitaciones de D. Luis Adaro, director a la sazón del Instituto Geológico, le entregué en 1914 un borrador del Mapa geológico de Navarra, el cual, aunque mereció ser dado seguidamente a la stampa, con el propósito de que en su día figurara unido a trabajos, ya entonces en preparación, referentes a dicha provincia, ha permanecido hasta ahora inédito, teniendo por fin destino adecuado con ocasión de publicarse la presente reseña.

Debo, ante todo, hacer presente que, lo mismo que varias notas más publicadas antes de ahora (1), referentes á puntos diver-

(1) *Boletín de la Comisión del Mapa geológico*, tomo II, 2.^a serie, pág. 173 y tomo III, pág. 13.—*Boletín del Instituto Geológico*, tomo XVI, pág. 9 y tomo XVII, pág. 27.

sos de la geología de Navarra, esta reseña y el Mapa que la acompaña, son resultado de una serie de investigaciones efectuadas por mí con anterioridad al año 1901, en cuya fecha hube de darlas por terminadas, bien a pesar mío, a causa de haber cesado oficialmente en el servicio de la Comisión del Mapa geológico a que durante algún tiempo estuve afecto. Atenciones ajenas a los cargos que después he venido desempeñando, no todos con residencia en Madrid, me impidieron continuar los trabajos que tenía emprendidos, hasta el momento en que, desligado ya del servicio oficial, he vuelto a ocuparme en ellos con el mismo buen deseo, aunque en circunstancias muy distintas de las de años atrás, en que aun podía prometerme una labor más fácil y expedita, y de seguro menos deficiente que en la actualidad. Algo ha contrariado también mi labor el no haber logrado, a causa, sin duda, de las reformas últimamente efectuadas en las instalaciones del Instituto Geológico, volver a revisar más que una parte del material de fósiles que llegué a reunir, habiendo tenido que concretarme en muchas ocasiones a los datos paleontológicos consignados en los apuntes que, afortunadamente, he conservado de mis estudios, años atrás comenzados, y en fecha ya lejana suspendidos.

El adjunto Mapa de Navarra, está dibujado en escala de 1 : 400.000, que es también la del Mapa general de España, del cual ha de formar parte mediante la reproducción de las hojas correspondientes. La dificultad de acomodar a las proporciones relativamente exiguas que dicha escala impone ciertos detalles del trazado geológico, ha hecho necesario amplificar algunos de ellos a trueque de reducir y aun de preterir otros menos interesantes, subordinando así la rigurosa exactitud en las medidas a la claridad en la representación, dentro, naturalmente, de ciertos límites.

No es Navarra una de las provincias españolas que menos interés han despertado desde el punto de vista geológico. Investigadores, de reconocida competencia, así nacionales como extranjeros, han entendido ya desde remota fecha en el estudio de su suelo, y prueba de ello son un Bosquejo geológico de dicha provincia, formado por el inspector general de Minas D. Amalio

Maestre, y que se ha conservado inédito en las colecciones de la Comisión del Mapa; un trabajo del ingeniero D. Lucas Mallada, que con el título de «Reconocimiento geológico del reino de Navarra», figura en el tomo IX del BOLETÍN de la misma Comisión; la *Note sur une partie du pays basque espagnol*, de M. M. Verneuil, Collomb y Triger, publicada en el tomo XVII, de la segunda serie del *Bulletin de la Société géologique de France*; otro trabajo de M. Carez titulado *Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*; varios artículos de este mismo autor también insertos en el *Bulletin de la Société géologique*, y, por último, una serie de notas, a cual más interesantes, relativas a la geología pirenaica, que desde el año 1881 han venido apareciendo en los tomos sucesivos de dicha publicación francesa con la firma de P. W. Stuart Menteah. Considero un deber mío hacer constar que durante mis investigaciones he tenido repetidas veces ocasión de utilizar, apreciándolos en todo su valor, los datos allegados por los geólogos mencionados. Debo asimismo consignar que al preparar esta reseña he tenido a la vista las hojas de la Carta geológica de Francia correspondientes a la zona fronteriza de Navarra, en las cuales he hallado indicaciones de importancia para mi objeto. Cúmpleme, por último, manifestar mi agradecimiento al Excmo. Sr. D. Rafael Sánchez Lozano, director del Instituto Geológico, así como también a los ingenieros afectos al mismo centro, por las atenciones y deferencias que me han dispensado, coadyuvando con su valioso apoyo y hasta con su cooperación a la ejecución de mi trabajo, y contribuyendo así eficazmente a que éste haya llegado a formar parte de las publicaciones de dicho Instituto.

P. P.

EXTENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TERRENOS MESOZOICOS EN EL SUELO NAVARRO

De los 10.506 kilómetros cuadrados que comprende dentro de sus actuales límites políticos la provincia de Navarra, 2.238, o sean poco menos de la quinta parte de su superficie total, están ocupados por terrenos de la era mesozoica. La extensión que aproximadamente a cada uno de ellos corresponde aparece indicada en la relación que sigue:

	Kilómetros cuadrados.
Triásico.....	441
Liásico y jurásico.....	83
Infracretáceo.....	304
Cretáceo,.....	1.410
TOTAL.....	2.238

El Mapa adjunto hace ver que dichos terrenos se agrupan principalmente en la región montañosa septentrional, donde, además de otros relieves de menos consideración, constituyen, casi en su totalidad, la serie de alturas que determinan la divisoria de aguas vertientes al Mediterráneo y al Atlántico. Compréndese por esto que ha de ser grande su importancia, tanto en lo que atañe a la constitución geológica, como a la orografía del Pirineo navarro, y así, efectivamente, se ve que los materiales de sus distintas edades resaltan en muchas de las cumbres más elevadas de la cordillera, alcanzando en algunas de ellas altitudes que exceden de 2.000 metros.

También en las otras comarcas de la provincia suelen verse al descubierto sedimentos de la era mesozoica, pero limitados casi siempre en manchas e isleos mucho menos extensos, que asoman a

través de depósitos más modernos por efecto de los repetidos trastornos estratigráficos, que tanto en los unos como en los otros se manifiestan.

Siguiendo el método adoptado generalmente en trabajos análogos, procederé en la descripción de los diferentes terrenos que son objeto de la presente reseña por el orden cronológico de los mismos, a partir del más antiguo, o sea del triásico.

SISTEMA TRIÁSICO

La composición petrográfica que presenta el terreno triásico en casi todas las regiones de España donde ha sido estudiado, me ha servido principalmente de guía para reconocer y deslindar los depósitos sedimentarios de esta edad, existentes en el suelo navarro.

De igual modo que sucede en otras provincias, forman parte aquí de dicho terreno, como elementos esenciales y con los caracteres que presentan comúnmente en el mismo, pudingas, areniscas, arcillas, margas y calizas. Las pudingas, compuestas de cantos rodados de cuarzo y de cuarcita, unidos por un cemento silíceo, a veces también calcáreo y casi siempre teñido por óxido de hierro, forman gruesos bancos en la base del sistema, y asoman a la superficie casi exclusivamente en los sitios donde es visible el contacto de éste con los terrenos paleozoicos.

Las areniscas, no obstante la sencillez de su composición mineralógica, muestran algunas variedades, originadas por diferencias en el tamaño de sus granos de cuarzo, en la naturaleza silícea, arcillosa o margosa del cemento, en la coloración rojiza, más o menos viva, que en ellas domina, y en la cantidad de mica que casi siempre contienen, a veces tan abundante, que contribuye a darles una estructura tabular. Estas rocas adquieren su principal desarrollo en el horizonte inferior de la formación, donde, superpuestas a los bancos de pudingas, constituyen hiladas que por lo

regular suman muchos metros de espesor. Las arcillas triásicas participan de la coloración rojiza de las areniscas, a las cuales acompañan frecuentemente, formando estratos de grosor variable; en los que se manifiesta a veces una estructura pizarreña más o menos marcada.

Las margas no llegan a adquirir en el Triás de Navarra la importancia que suelen alcanzar las de los depósitos de la misma edad en las comarcas centrales de España; pero la identidad entre unas y otras resalta desde luego en la coloración abigarrada que aquéllas, lo mismo que éstas, presentan; en la sal que a menudo las impregna, y en las masas de yeso que con frecuencia envuelven, a lo cual debe agregarse, como un indicio más de esa identidad, la presencia en el yeso de cristalitas de cuarzo rojo, conocidos vulgarmente con el nombre de *jacintos de Compostela*.

Mayor variedad que las areniscas ofrecen las calizas en el Triás navarro. Hay unas de estructura compacta y de color gris azulado, dispuestas en estratos bien reglados y de no gran espesor; las hay también de colores blanco y rosado, semicristalinas y con los caracteres del mármol, y no menos abundantes que las anteriores son las de textura cavernosa, conocidas con la denominación de *carñiolas*. Contribuye a dar más variedad a las rocas en cuestión la cantidad, mayor o menor, de carbonato magnésico que casi todas contienen, y algunas en proporción tal, que pueden considerarse como verdaderas dolomías.

Por último, detalle interesante, anejo en cierto modo a la constitución petrográfica del terreno triásico en esta provincia, es la frecuente ingerencia entre sus estratos de masas de ofita, no menos notables por su crecido número que por la extensión que revelan algunos de sus asomos.

Los datos que anteceden confirman lo expuesto más arriba acerca de las analogías mineralógicas existentes entre los materiales constitutivos del Triás de Navarra y los que forman el de otras regiones de la península; pero es de advertir además que el orden de superposición con que los antedichos materiales se suceden en el espesor de uno y otro acusa una evidente correlación que puede

muy bien ser interpretada como equivalencia entre los respectivos horizontes estratigráficos que esos mismos materiales determinan. Sabido es que en el Triás de nuestra península se señalan, cuando aparece con su desarrollo y caracteres normales, cuatro tramos distintos. El inferior, o sea el de las pudingas y areniscas, representa el tramo de la arenisca roja o *Buntersandstein* de los geólogos alemanes. A éste se sobrepone otro, formado esencialmente de estratos de caliza dolomítica y que es considerada como equivalente de la *caliza conchifera* o *Muschelkalk*. Siguen después margas casi siempre vivamente coloreadas, con intercalaciones de yeso, arcillas y calizas magnesianas, y que se atribuyen al tramo del *Keuper* o de las *margas irisadas*. Y, por último, a estos materiales se sobreponen gruesos bancos de carniolas asociados a menudo con margas y con calizas compactas, y cuya significación dentro del sistema no está bien definida todavía, por más que ordinariamente se les considera incluidos en el *Keuper*.

Esta misma división puede hacerse también extensiva, en virtud de lo anteriormente expuesto, al terreno triásico de Navarra. Mas, aun cuando no cabe duda acerca de la existencia aquí de los cuatro tramos mencionados, es de notar que, análogamente a lo que ocurre en otras provincias, no todos intervienen en igual grado y con regularidad en la constitución de dicho terreno, a juzgar por lo que se observa en las localidades donde aparece descubierto el espesor del mismo. El de las pudingas y areniscas es el que aparece más desarrollado y es a la vez el único constante, si no en espesor, al menos en continuidad. Sus materiales forman extensiones considerables del suelo en la región montañosa del NO., y asoman además a través de los cretáceos en la región del NE., ocupando un espacio de no escasa entidad. En cambio las calizas que refiero al *Muschelkalk* sólo adquieren una importancia relativa en alguno de los pocos parajes donde este tramo se manifiesta. De las margas irisadas se señalan varios yacimientos dentro de la cuenca del Bidasoa, en alguno de los cuales se las ve apoyadas sobre los estratos de la arenisca roja; pero dichos materiales, se muestran también con alguna frecuencia en otras

comarcas del NO. y del Oeste de la provincia, donde forman parte de una serie de manchas y fajas de terreno triásico, no tan notables por lo extensas como por lo repetidas, las cuales han quedado descubiertas por la desaparición de los sedimentos sobrepuestos originariamente a los materiales de dicha edad o por fallas que interrumpen la continuidad de esos mismos sedimentos. Por último, las carniolas, bien solas o bien asociadas con calizas compactas y acompañando casi siempre a las margas irisadas, muestran por lo regular sus asomos junto a la línea de contacto del Triás con formaciones más modernas, sin dejar por eso de presentarse alguna vez descubiertas en áreas muy considerables.

En el estudio del terreno triásico de Navarra que sigue a continuación, no se detalla separadamente cada uno de los tramos precitados, lo cual obligaría a frecuentes repeticiones, por ser muy raros los afloramientos y manchas de dicha formación, constituidos exclusivamente por uno de dichos tramos. Más justificado parece en el caso presente, dada la distribución que los mismos tienen en el suelo de esta provincia, considerar el sistema de que hacen parte dividido en dos grupos, *inferior* y *superior*, de acuerdo con el criterio adoptado para la formación del Mapa geológico de España, refiriendo, por consiguiente, al grupo inferior el tramo de la arenisca roja y el del *Muschelkalk* y dejando para el superior el de las margas irisadas junto con el de las carniolas. Esta división, como bien se comprende, se ajusta esencialmente a la establecida por D'Orbigny en los dos grupos *conchifero* y *salifero*.

GRUPO TRIÁSICO INFERIOR

Los materiales de este grupo se encuentran profusamente repartidos por toda la región montuosa del NO. de Navarra, en la que, además de varias manchas y fajas de contornos más ó menos irregulares, forman diferentes isleos, restos sin duda de depósitos más extensos de la misma naturaleza, que han sido derruidos casi en su totalidad.

En el valle de Baztán es donde dichos materiales alcanzan su

mayor desarrollo, no sólo en espesor, sino también en superficie. En efecto, prescindiendo de algunas manchas casi todas poco importantes en que aparecen las rocas de los horizontes superiores del sistema, puede decirse que aquéllos ocupan todo el espacio señalado en el mapa adjunto con el signo del Triás, y cuyos límites son: por el Norte, las vertientes de Otzondo y el barranco de Arizacun; por el Oeste, la línea de cumbres que separa el valle de los términos de Bértiz y Echalar, y por Levante, la frontera francesa de Los Alduides. El predominio que aquí adquiere la arenisca roja en la constitución del suelo, se refleja muy notoriamente en las numerosas y variadas obras de sillería, fabricadas con esta roca, que ostentan casi todos los edificios del país, aun los de más humilde apariencia, y así los levantados en fecha remota como los construidos recientemente.

Los trastornos estratigráficos que en distintas épocas geológicas se han sucedido en el suelo de la cordillera pirenaica, han determinado notables dislocaciones en los depósitos triásicos de Navarra; y no es ciertamente en la arenisca roja de la comarca del Baztán donde menos se manifiestan sus efectos. Por otra parte, la dificultad con que esta roca se presta a plegarse y encorvarse al igual de las pizarras paleozoicas subyacentes, ha dado lugar a que sus bancos, además de aparecer casi siempre muy desviados de su primitiva posición horizontal, muestren frecuentemente quiebras y soluciones de continuidad, destacándose a veces sus crestones a alturas considerables e influyendo así muy visiblemente en los detalles topográficos de dicha comarca.

Relieve importante del terreno triásico del Baztán es el monte Gorramendi, en cuya cima resaltan las rocas de esta edad a más de 700 metros sobre el fondo del valle. Las pudingas de la base del sistema asoman en los tajos de su vertiente septentrional, apoyadas con gran discordancia sobre las pizarras paleozoicas del barranco de Arizacun, y en la vertiente opuesta adquieren amplio desarrollo las areniscas, arrumbadas con inclinación no mayor de 30° y con buzamiento variable del segundo al tercer cuadrante. Al pie de esta vertiente, entre el pueblo de Errazu y el barrio de

Bozate, se ven sobrepuestas a las areniscas, y siguiendo su mismo arrumbamiento, unas calizas de color gris claro, asociadas con margas rojas y con masas intercaladas de ofita. La situación de estas calizas en un nivel estratigráfico inferior a la zona de margas irisadas que se descubre al Sur y no lejos de dicho paraje, induce a ver representado en ellas, siquiera sea en reducida escala, el tramo del Muschelkalk.

En el extremo oriental de Gorramendi aparecen muy poco inclinadas las capas triásicas, las cuales pasan, de la vertiente Sur a la vertiente opuesta, donde cambian el buzamiento, orientándose con débiles pendientes hacia el primer cuadrante; y la misma orientación conservan en su prolongación por este rumbo dentro de la cuenca del riachuelo Arizacun, que a través de ellas ha ahondado su cauce en el último kilómetro de su curso por el suelo español. Las rocas del Triás muestran en esta zona fronteriza caracteres que difieren algún tanto de los que ofrecen ordinariamente las de su misma edad. Las pudingas llegan a convertirse gradualmente en conglomerados de guijarros de cuarzo y trozos de pizarra con cemento margoso ferruginoso, y son además de elementos menudos, haciéndose a veces difícil establecer distinción entre ellas y las areniscas, asimismo calíferas, que las acompañan en un espesor considerable de la formación. La falta de coherencia que la naturaleza de su cemento impone en estos materiales, se refleja en la relativa facilidad con que ceden a la acción demoledora de los agentes atmosféricos, bien manifiesta en los variados y vistosos perfiles con que se muestran algunos de sus afloramientos, y en los derrubios que con frecuencia ocasionan las avenidas de los torrentes que allí surcan el suelo.

En la subida de Errazu al puerto de Izpegui, siguiendo el tortuoso camino que conduce al pueblo francés Saint-Etienne de Baigorri, vuelve a encontrarse la misma serie de areniscas que en la vertiente Sur de Gorramendi, sin otra diferencia que la intercalación entre sus hiladas superiores de algunas capas de margas pizarreñas y sabulosas de colores rojo y verdoso. Sirvenle igualmente de base unos conglomerados, también de elementos menu-

dos, que afloran cerca de la divisoria internacional reducidos a un espesor poco mayor de 20 metros. Los estratos del Trías se arrumban en la vertiente de Izpegui dirigiendo casi invariablemente su buzamiento al tercer cuadrante. Y con igual arrumbamiento aparecen también apoyados sobre los silurianos en lo alto del puerto; pero no lejos de aquí en dirección al SO., se les ve en contacto anormal con las pizarras asimismo silurianas de la ladera del monte Oleta. Es causa de esta aparente anomalía una falla que dentro de los confines navarros se manifiesta a lo largo de la vertiente izquierda de la cuenca del Bidasoa, siguiendo aproximadamente la alineación de ENE. a OSO. y avanzando por este último rumbo hasta los límites de Guipúzcoa (1).

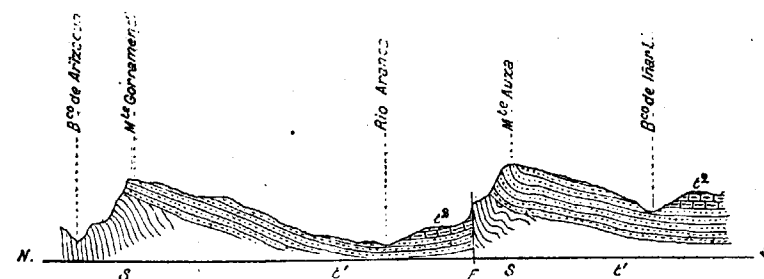
No menos importancia que Gorramendi tiene en la orografía del Baztán el monte Auza, singularmente notable por el excepcional espesor con que en su relieve interviene el tramo de la arenisca roja. No baja, efectivamente, de 400 metros el que representan allí los materiales de este tramo, según puede observarse a lo largo del barranco de Iñarbil, que corre transversalmente a la dirección de los estratos bajo las abruptas laderas occidentales de aquella imponente altura. En las escarpadas márgenes de dicho barranco se ven asomar los bancos de pudingas apoyadas con notable discordancia y con buzamiento al Sur y SO. sobre las cuarcitas y pizarras silurianas que la falla poco ha mencionada ha puesto al descubierto en la vertiente septentrional de Auza. De igual modo que las pudingas, las areniscas que se les sobreponen inclinan también hacia el tercer cuadrante con pendientes que llegan hasta más de 45 grados; siendo de notar que, a no gran distancia de su contacto con las rocas paleozoicas, los estratos triásicos, sin variar apenas la dirección de su buzamiento, aparecen ya cada vez menos inclinados, y llegan por último a mostrarse casi horizon-

(1) En mi nota acerca de «Las ofitas de la provincia de Navarra» inserta en el tomo II, 2.ª serie del *Boletín de la Comisión del Mapa geológico*, hice repetidas veces mención de esta falla, designándola con el nombre de *falla del Bidasoa*.

tales. Así efectivamente se observa junto a los caseríos de Iñarbil, situados al pie del referido monte, en su lado meridional, donde además se ven en varios sitios unas calizas con carácter de magnesianas y, asociadas con margas, y cuya edad hubiera podido atribuirse desde luego a la del Muschelkak si la textura cayernosa que presentan las calizas de algunas hiladas y la coloración abigarrada de las margas contiguas no hiciera suponer que aquí tienen también representación, por más que sea muy exigua, los horizontes del grupo superior del sistema. Las pudingas de la base del macizo triásico de Auza asoman de nuevo a Levante de Iñarbil, junto al confin internacional, recostadas sobre las rocas paleozoicas de las alturas que separan por esta parte al Baztán del valle francés de Los Alduïdes. Presenta dicho asomo la particularidad de que los bancos de la roca, que aquí inclinan ligeramente al Norte., se encuentran cruzados en un frente no menor de 20 metros por un sinnúmero de vetas y filoncillos cuarzosos con pirita ferrocobrizada, substancia cuyo aprovechamiento dió motivo años atrás a infructuosas tentativas de explotación.

En la figura 1.ª, que representa un corte geológico a través de

Fig.ª 1.ª



S. Cuarcitas y pizarras silurianas.—t¹. Pudingas y areniscas triásicas.—t². Calizas, conchilias y margas triásicas.—F. Falla del Bidasoa.

los montes Gorramendi y Auza, se indica la constitución estratigráfica de uno y otro.

La uniformidad de composición mineralógica, que caracteriza a los materiales del tramo inferior del Trías, se revela muy notoriamente en el aspecto monótono que ofrece el suelo en la espaciosa

vertiente de la cordillera que limita por el Oeste la comarca del Baztán. Los estratos de la arenisca roja se arrumban aquí con buzamiento casi constante hacia el interior del valle, y por lo regular con no grandes pendientes, salvo algunos trastornos de alcance meramente local, que se manifiestan en ellos por violentas roturas con los consiguientes cambios bruscos de dirección e inclinación. Un filón de baritina, que muestra en sus asomos un grueso de cerca de 50 centímetros, cruza casi normalmente los bancos de esta roca en el barranco de Oñarka. Las pudingas de la base del sistema asoman a lo largo de la cumbre de la cordillera mencionada, apoyadas sobre las rocas devonianas y carboníferas de las laderas occidentales de esta misma cordillera y mostrando un espesor excepcional en los cabezos de Leate y Ara-cain, donde se las ve además tajadas por abruptas escarpas.

En las cercanías del pueblo de Maya, situado al pie del puerto de Otzondo, las areniscas triásicas se asocian con arcillas sabulosas pizarreñas, de coloración asimismo rojiza, y sobre ellas se extiende, determinando una faja de cerca de dos kilómetros de largo, en sentido de Este a Oeste una serie de capas de caliza a que acompañan margas más o menos vivamente abigarradas. Forman el remate oriental de esta faja las peñas en que se ven los restos de un antiguo castillo próximo al referido pueblo de Maya, y donde los estratos calizos se muestran por excepción muy levantados, con inclinación de más de 45° al SSO. de igual modo que los de las areniscas sobre que se apoyan. La carretera que sube del Baztán a cruzar las alturas de Otzondo, atraviesa la faja en sentido de su anchura, no menor de un kilómetro. Una importante masa de ofita yace entre las hiladas superiores de la serie, las cuales de igual modo que las demás, aparecen en este sitio muy tendidas con buzamiento variable del primero al segundo cuadrante. La presencia entre ellas de margas abigarradas y de algunas calizas con el carácter de verdaderas carniolas hace suponer que además de las rocas del Muschelkalk tienen también representación aquí las del tramo del Keuper.

Al tramo del Muschelkalk debe igualmente referirse otra faja

de calizas, mucho menos extensa, que cubre a la arenisca roja en el término de Lecaroz, cuyo caserío está en gran parte edificado sobre ella.

En otros varios sitios del Baztán, además de los ya mencionados, se ven también al descubierto los materiales del grupo inferior del Trías, ocupando espacios de más o menos importancia. Un kilómetro a Levante de Elizondo, y después de cruzar junto al barrio de Bero una faja devoniana que ha hecho asomar la falla del Bidasoa, vuelven a encontrarse las capas de arenisca roja, apoyadas con intermedio de unos bancos de pudingas sobre las pizarras de aquella edad, y con esta misma disposición se las ve continuar hacia el Norte por las empinadas laderas del monte Oqueta y la peñascosa cima de Irlinci, derivaciones uno y otro del ingente macizo montañoso de Auza. Siguiendo agua arriba el curso del arroyo Echalde, desde el mencionado barrio de Bero, se observa que las capas de arenisca, al principio orientadas con débiles inclinaciones al SE., se ocultan bien pronto en sentido de su buzamiento bajo un depósito de calizas y margas, semejante por sus caracteres petrográficos al reconocido en la vertiente de Otzondo, y que acompañado asimismo de masas ofíticas persiste en un trayecto de más de kilómetro y medio, al cabo del cual reaparecen las areniscas, arrumbadas con pendiente al tercer cuadrante. Este cambio de buzamiento acusa un sinclinal en las hiladas del tramo inferior del Trías, dentro del que han quedado comprendidas las de las calizas y margas antedichas. Ya desde aquí, en dirección a la frontera de Los Alduides, se camina sobre areniscas triásicas, las cuales con su variable orientación, indican notables trastornos stratigráficos, pues mientras en la vertiente de la izquierda del antedicho arroyo inclinan sus bancos al SO. para apoyarse sobre las pizarras devonianas de las alturas de Urruzca y de Berdaritz, en el lado opuesto se levantan casi verticales con buzamiento septentrional en las crestas de Ballabarren y de Insti, apareciendo, por el contrario, menos dislocadas con inclinación al NO., en las laderas de la pintoresca hondonada de Biarzun, próxima al lindero internacional.

Con formas muy ríscas y variadas resaltan las masas de arenisca triásica en algunos de los montes que se alzan a Levante de los barrios de Garzain, dentro también de la jurisdicción del Baztán. Es notable por este concepto el peñascal de Gaztarri, conjunto de tormos que, asentados sobre pizarras devonianas, forman la cumbre de Ezcaldu en su remate septentrional. Las hiladas del horizonte inferior del Triás, que en este sitio así se manifiestan, llegan a ocultarse en su prolongación hacia el Sur bajo una serie de calizas magnesianas y margas de la misma edad, que juntamente con otra, que se le sobrepone, de calizas jurásicas, completan el relieve de la mencionada altura.

A Levante del monte Ezcaldu, y separado de ella él por el barranco de Arbuz, se alinea con dirección de Norte a Sur un escarpado serrijón, constituido asimismo por areniscas, en el que descuellan los cerros del Fresal, de Arlepo y de Hialeta, este último enlazado ya con los peñascales de Atremín, a través de los cuales corre encauzado en un angosto barranco el arroyo Artesiaga.

La peña de Alba y la de Arguinzo son dos isleos de arenisca roja, que resaltan sobre las pizarras paleozoicas en la zona fronteriza de los Alduides, indicando que los sedimentos del Trias inferior debieron también de cubrir primitivamente una extensión considerable en esta parte del Pirineo.

Prolongaciones de la mancha triásica del Baztán son dos fajas de esta misma edad, menos importantes por su anchura, en ambas muy variable, que por su gran desarrollo longitudinal, lo cual, sin embargo, no impide que se hagan notar muy visiblemente en la orografía de la región del NO. de la provincia. Una de ellas arranca de los peñascales de Atremín y se extiende primeramente hacia el SO. por las vertientes septentrionales de la montaña de Sayoa con dirección al puerto de Velate, señalándose en todo este trayecto con una larga serie de crestones en que los bancos de la arenisca aparecen muy dislocados y apoyados con gran discordancia estratigráfica sobre las masas paleozoicas, culminantes en dicha montaña. En el puerto de Velate la faja triásica cambia de rumbo hacia el SE., y las rocas del horizonte infe-

rior de la formación, recostadas asimismo sobre las paleozoicas de Sayoa, pero ya en su vertiente meridional, continúan aflorando en las lomas de Otaño y en los montes de Lanz, para terminar en el Pico de Burdindogui, donde además de alcanzar gran altitud, suman un espesor que no baja de 300 metros. En los estratos de la cresta de Burguelarri, que resalta al NE. del puerto de Velate, formando parte de esta misma faja, se han encontrado jacillas de una especie de *Equisetum* de pequeña talla, únicos vestigios fósiles que he observado en la arenisca triásica de Navarra.

A Levante y no lejos del monte Burdindogui, vuelve todavía a encontrarse la arenisca roja en una pequeña mancha, que, aun cuando separada de la faja triásica en que dicho monte se halla comprendido, debe en rigor ser considerada como aneja a ella, puesto que, además de seguir su alineación, se apoya también sobre estratos carboníferos, continuación de los del macizo paleozoico de Sayoa. Se extiende esta mancha desde la cumbre de Arballeta, donde alcanza su máxima anchura, hasta la subida al collado de Lizarzu, cerca de Cilbeti, dentro de cuyo término se ven los bancos de la arenisca en contacto anormal por el Sur con las margas senonenses sobre que se halla situado el pueblo. Esta aparente irregularidad es debida a una falla que se dirige de Poniente a Levante siguiendo aproximadamente el paralelo de Roncesvalles, y de la cual habré de hacer todavía referencia en otra ocasión pues que sus efectos se manifiestan en una extensión considerable del Pirineo navarro.

No sólo el tramo de la arenisca roja, sino también el del Muschelkalk, y aun el del Keuper, según más adelante haré notar, tienen representación en la faja triásica que rodea las vertientes de Sayoa. Al Muschelkalk, en efecto, deben ser referidas, al menos en parte, teniendo en cuenta sus caracteres y su situación estratigráfica, las hiladas de caliza que, apoyadas con inclinación hacia el Sur sobre los materiales sabulosos del Triás, acompañan a las ofitas de las inmediaciones de Lanz, así como deben reservarse para el Keuper las carniolas y margas irisadas con yeso, cuya presencia se reconoce también en varios sitios de esta misma

localidad. En el tramo del Muschelkalk supongo igualmente incluida en su mayor parte la serie de bancos de caliza que, acompañados también de tres gruesas zonas de ofita y de algunas capas de arcilla sabulosa pizarreña de color rojo, afloran a lo largo de la carretera del Baztán, en el trayecto de medio kilómetro que media desde el portazgo del puerto de Velate hasta la venta de Ulzama, cerca de la cual asoman ya las areniscas y pudingas de la base del sistema. Dichos bancos se presentan aquí tendidos, al igual que los de las areniscas sobre que yacen, con inclinación no mayor de 30° y con buzamiento dirigido al Suroeste, por el cual rumbo llegan a ocultarse bajo las rocas aptenses, dentro ya de las vertientes al valle de Ulzama. La presencia de estratos calizos con el carácter de carniolas en la zona superior de esta serie hace suponer que además del Muschelkalk se halla también aquí representado el horizonte superior del sistema.

Junto a la Venta Quemada, situada en el extremo septentrional del puerto, reaparecen las calizas y arcillas triásicas apoyadas, con pendiente al Noroeste, en las areniscas de la vecina cresta de Urdemay, y sobre ellas se repite la alternación de calizas y zonas de ofita, cuyos afloramientos se destacan muy visiblemente en las lomas de Guendulaín y de Larrapil, quedando a continuación ocultas unas y otras bajo los estratos aptenses de la cumbre de Ventazar.

La misma serie de rocas alternantes de diversa naturaleza vuelve a encontrarse, con iguales caracteres y no menor desarrollo en la bajada del puerto de Velate, al Baztán. A poco de comenzar éstas, se ven de nuevo recostadas sobre las areniscas del monte Ciola, e inclinadas asimismo, con buzamiento al cuarto cuadrante, capas de caliza, asociadas con arcillas pizarreñas de color rojo vivo, y seguidamente la serie de zonas de caliza y de ofita, la cual, cerca de Almandoz, se oculta bajo otra serie de estratos esencialmente calizos, a que acompaña asimismo una zona de ofitas, y en los cuales se reconocen desde luego los caracteres que suelen ofrecer las rocas de los horizontes superiores del Triás.

La segunda de las dos fajas triásicas a que anteriormente se

hace referencia, deriva de la gran mancha del Baztán entre Lecaroz y Arrayoz, siendo en rigor continuación hacia Poniente de las hileras de arenisca roja que forman el monte Aracain. Una larga cordillera de muy variable altura, en cuyo relieve intervienen principalmente las rocas del tramo inferior del sistema, apoyadas por su lado Norte sobre las masas paleozoicas de la región montañosa del NO. de la provincia, indican la alineación de esta faja, salvo algunas breves soluciones de continuidad, desde los límites del Baztán hasta más allá del confín guipuzcoano. A partir de Aracain, la cordillera antedicha sigue paralela al curso del Bidasoa por su vertiente derecha, hasta cerca de Santesteban, sin más interrupción que la angostura por donde la atraviesa el arroyo que conduce a este río las aguas procedentes de los montes de Bertiz. Junto a Santesteban, el Bidasoa, que allí tuerce repentinamente su marcha hacia el NE., atraviesa la faja de areniscas por el estrecho de Arrizuriaga, cuyos altos y prolongados tajos descubren un espesor de cerca de doscientos metros en la serie de capas de esta roca, las cuales en aquel paraje aparecen inclinadas débilmente hacia el tercer cuadrante. No lejos de Arrizuriaga, en dirección a Poniente, aumenta hasta más de 45° la inclinación de los estratos de la arenisca roja, que, conservando todavía el buzamiento Suroeste, muestran inusitado desarrollo en los montes al Norte de Elgorriaga e Ituren y descuellan a considerable altura en la escarpada cima de Mendaur, donde, por otra parte, son muy de notar el grosor excepcional de los bancos de pudinga y el espesor total que éstos representan, no menor de 30 metros.

Trastornos estratigráficos, cuyos efectos se manifiestan entre Ituren y Zubieta, han determinado discontinuaciones en las masas triásicas y la aparente superposición a las areniscas de Mendaur de un tramo de pizarras carboníferas, sobre el cual reaparece la serie de hileras de aquella edad, arrumbadas también con pendiente al SO.

Desde el término de Zubieta, la faja triásica, notablemente reducida en su anchura, pasa al de Ezcurra, dentro del cual resaltan las pudingas de la base en el abrupto peñascal de Malo-co-arria

sobre las pizarras y grauvacas carboníferas de la ladera meridional del monte Ezcaimbre. El pueblo se halla situado parte en la arenisca roja y parte también en margas y arcillas cenomanenses, que allí aparecen en contacto con ella.

Dos kilómetros a Poniente de Ezcurra, marchando en dirección a Leiza, se ven las rocas cenomanenses apoyadas en las carboníferas, sin el intermedio de las triásicas; pero, a poco, vuelven a encontrarse las areniscas de esta edad, cubriendo un gran espacio, en la vertiente meridional, del monte Arrimiar, que se alza al Norte del pueblo últimamente mencionado, y desde el cual avanzan hacia el Oeste, para internarse en territorio guipuzcoano, entre Oreja y el puente de Urto. Algunas labores mineras poco profundas, abiertas al pie de la vertiente de Arrimiar, han descubierto un filón de hematites con ganga cuarzosa, que arma en las areniscas de la base del Trías.

Formando también parte de la faja triásica a que se refieren los detalles que anteceden, a sus hiladas de arenisca se sobreponen otras discontinuas, de naturaleza esencialmente caliza y arcillosa, repartidas a lo largo de aquélla con evidente desigualdad, y en las cuales se hallan representados alguno o algunos de los otros horizontes de la misma formación. En la margen izquierda del riachuelo de Bertiz, no lejos de su encuentro con el Bidasoa, se intercalan entre la arenisca roja y las calizas liásicas que aquí también afloran, otras calizas, cuyos caracteres, además de las circunstancias de su yacimiento, inducen a incluirlas en el tramo de Muschelkalk. Es de advertir que las capas de una y otra edad han sido aquí muy dislocadas, hasta el punto de aparecer invertido el sentido de su buzamiento.

Desde Bertiz hasta Santesteban, a las areniscas de la vertiente izquierda del Bidasoa se sobreponen directamente las margas del Keuper, las cuales se extienden al pie de dicha vertiente, a lo largo del valle de Bertizarana. Pero ya más a Poniente, en los términos de Elgorriaga e Ituren, entre las referidas margas, que hasta aquí avanzan por este rumbo, y la arenisca roja de la cordillera de Mendaur, reaparecen con mayor desarrollo las calizas triásicas.

alternando con arcillas rojas pizarreñas y acompañadas de masas de ofita. En análoga situación estratigráfica, que induce a referirlos asimismo al tramo del Muschelkalk, se encuentran los bancos de caliza magnesiana, que más adelante afloran, casi verticales, en las cercanías de Zubieta, cuya iglesia está fundada sobre ellos. Por último, al NE. de Ezcurra, en el paraje llamado Belarregui, a las areniscas de la ladera del monte Ezcaimbre se sobrepone un pequeño manchón de calizas con lechos intercalados de marga pizarreña de color rojizo, y entre los cuales asoma también la ofita. Algunas de estas calizas, principalmente las de las hiladas inferiores, ofrecen los caracteres de verdaderas dolomías, y en ellas suelen verse incrustados tallos de crinoides.

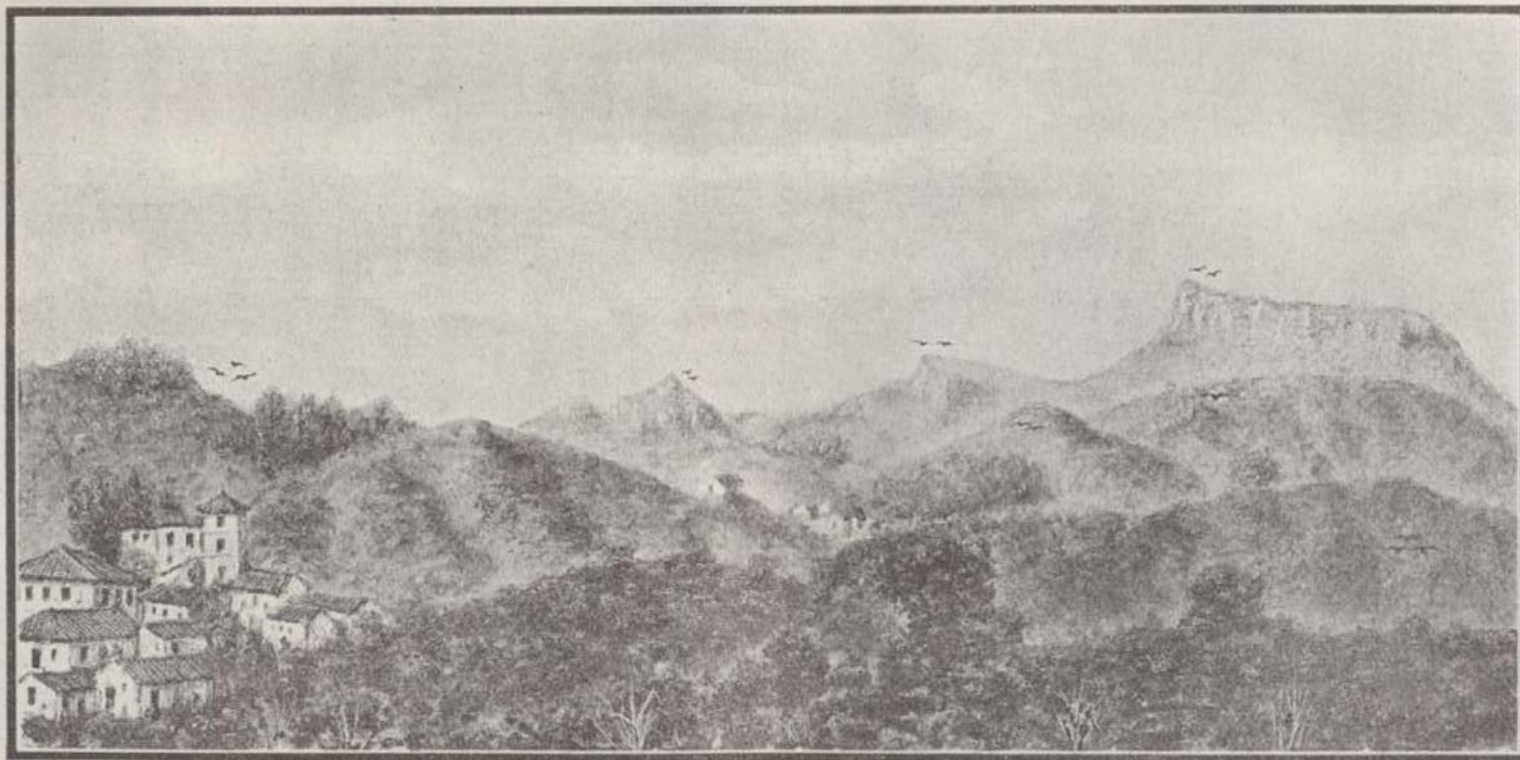
Desde el confín de Navarra, junto a Areso, las rocas triásicas continúan rodeando por el Oeste el macizo paleozoico de la región montañosa del Bidasoa en sus remates dentro ya de Guipúzcoa, y de aquí pasan, con dirección al Norte, a territorio francés, para aparecer de nuevo en suelo navarro a lo largo de la zona fronteira, donde se destacan, separadas, las ingentes masas de areniscas de aquella edad que forman el alto de La-Rhune, el pico de Ibantelli y las escarpadas cumbres de Peñaplata.

El monte La-Rhune alcanza una altura de más de 600 metros sobre los vallejitos inmediatos, y en su relieve, juzgando al menos por lo que se observa en territorio navarro, se señala un gran anticlinal de las rocas inferiores del Trías, con desgarramiento y derrubio subsiguiente de los estratos. Las dislocaciones que a este anticlinal dieron origen deben suponerse relacionadas con la existencia de una falla, que sigue la dirección OSO. a ENE. bajo la vertiente española de dicho monte, y va a cruzar la línea internacional en el puerto de Sare.

A lo largo de esta falla las rocas carboníferas aparecen superpuestas anormalmente a las triásicas, en la forma que indica la figura 2.^a, la cual representa un corte geológico, dirigido transversalmente a dicha falla, en la proximidad del puerto mencionado.

Contrastando con lo que generalmente se observa en el resto del Pirineo navarro, predominan en el Trías de las alturas de La-

PROVINCIA DE NAVARRA



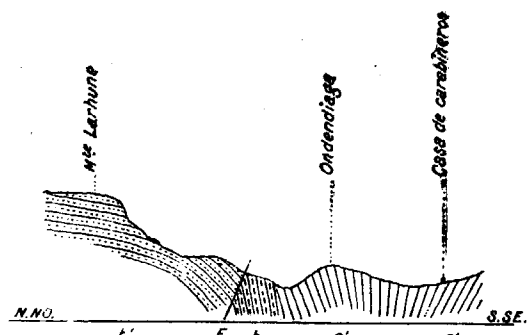
EL MONTE LA RHUNE Y SUS ALEDAÑOS VISTOS DESDE VERA

~ Carbonifero

~ Triásico

~ Cenomanense

Rhune las areniscas de colores claros. Sobre éstas descansan en la vertiente española, al pie de la cresta de Larunchiqui, otras rojizas y arcillosas, a que suceden margas de igual coloración, entre las cuales asoma una masa de espilita. Las pudingas asoman extensamente en los cerrillos que se agrupan bajo las vertientes occidentales de La-Rhune, y sus bancos, cuyo variable arrumbamiento responde al mismo anticlinal que ha dislocado los estratos

Fig. 2.^a

h. Grauwacas y pizarras carboníferas.—t'. Areniscas triásicas.—c'. Conglomerados margas y calizas cenomanenses.—F. Falla.

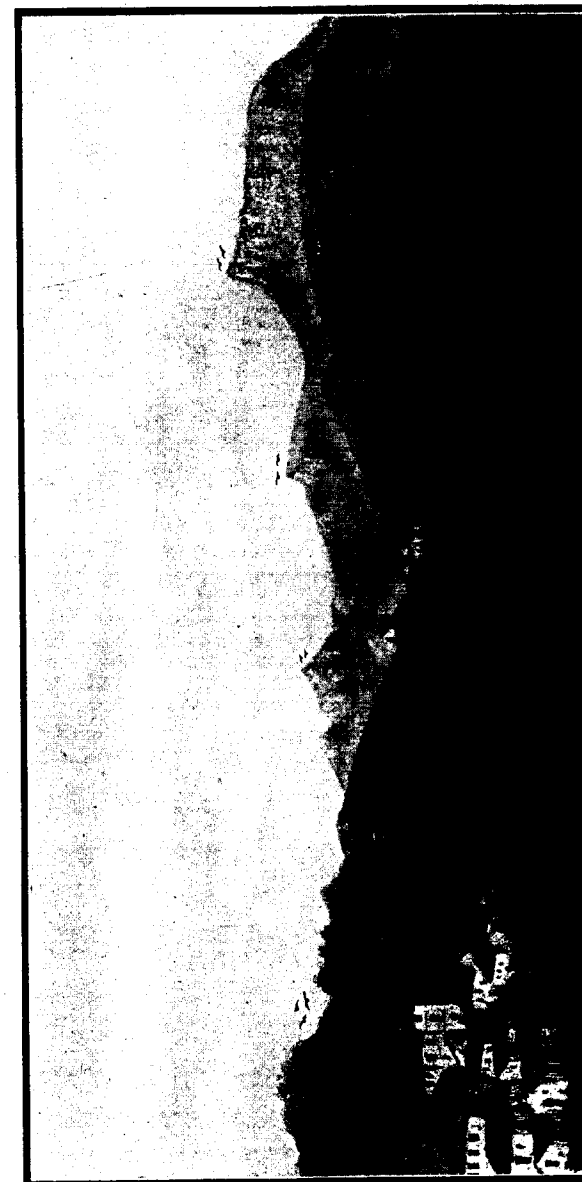
de este monte, aparecen con frecuencia rotos y desgajados, originando un suelo escabroso en extremo. La lámina adjunta, que representa una vista del monte La-Rhune y de sus alrededores, tomada desde las cercanías de Vera, muestra algunos de los detalles topográficos más salientes a que dan origen las rocas triásicas en esta parte de la frontera francesa.

Al Sur del macizo de La-Rhune, y con independencia del mismo, los materiales del tramo inferior del Triás constituyen también una serie de alkozanos que avanzan por Poniente hasta las inmediaciones de la villa de Vera, y en cuyas cimas resaltan las hiladas de pudinga, apoyadas con buzamiento meridional sobre pizarras carboníferas.

El pico de Ibantelli, que levanta su aguda cumbre en la línea fronteriza, cuatro kilómetros al SE. de La-Rhune, es el remate



PROVINCIA DE NAVARRA



EL MONTE LA RHUNE Y SUS ALEDAÑOS VISTOS DESDE VERA

Carbonífero

Triásico

Cenomanense

meridional de un manchón de terreno triásico que tiene su principal desarrollo en las vecinas vertientes francesas. En su constitución interviene esencialmente la arenisca roja, cuyos estratos, dentro de los confines españoles, descansan sobre pizarras del tramo estefaniense de la formación carbonífera, con mediación de una estrecha zona de pudingas, y con inclinación hacia el primer cuadrante.

Igual arrumbamiento que en el pico de Ibantelli tienen los materiales del Trias en el monte de Peñaplata, donde aparecen también sobrepuestos a las pizarras carboníferas. De conformidad con dicho arrumbamiento, los bancos de arenisca roja, que en las caldas meridionales de la cumbre de esta altura se hallan cortados, lo mismo que los de las pudingas, por una larga escarpa, muestran ampliamente descubiertos sus lisos en los rápidos declives de la vertiente septentrional, al pie de los cuales se ocultan bajo los estratos cretáceos que ocupan una extensión considerable en los términos de Sare y de Zugarramurdi. Desde el alto de Peñaplata las areniscas triásicas continúan hacia el NE. por las laderas de Otamburdi, y descienden, apoyadas constantemente en las pizarras carboníferas, hasta más allá de Urdax. En la subida de este pueblo al barrio de la Tejería, invierten su buzamiento al SO., y sobre ellas aparecen las calizas asociadas con margas terrosas y pizarreñas de color rojo intenso. Más adelante todavía, en la vertiente derecha del arroyo Landibar, vuelven a observarse indicaciones de rocas sabulosas y arcillosas con los caracteres de las triásicas, y en las que se reconocen desde luego los restos de un depósito de esta edad, ya derruido en su mayor parte.

Al Sur, y no lejos de las escarpas de Peñaplata, resalta en la serie de cumbres que desde aquí se extienden con dirección Poniente hasta más allá del alto de El Centinela de Echalar, una faja de arenisca roja, menos notable por su anchura que por su longitud, y que oculta en un trayecto de cerca de dos kilómetros el contacto de las formaciones devoniana y carbonífera, a las cuales aparece respectivamente sobrepuesta, mediante una zona discon-

tinua de pudingas, en los lados septentrional y meridional de su contorno. A lo largo de esta faja los bancos de arenisca se muestran muy diversamente dislocados y sobre ellos yacen en diferentes sitios rodales de caliza, más extensos y numerosos en el extremo oriental, donde unas y otras rocas dirigen su buzamiento al SO., inverso del que se observa en las vecinas cumbres de Peñaplata.

Los distintos isleos que independientemente de las manchas y fajas precitadas, según hice constar anteriormente, constituyen los materiales del grupo inferior del Trías sobre los suelos paleozoicos del NO. de la provincia, ofrecen más interés por su número que por su extensión superficial, tan reducida en muchos de ellos que no tienen representación adecuada en la escala del adjunto bosquejo. Poco más de dos hectáreas ocupa un depósito de areniscas arcillosas y tierras rojas que cubren las pizarras silurianas junto al barrio de Zalain, en las inmediaciones de Vera. Bancos de pudinga y de arenisca roja, apenas desviados de la posición horizontal, cubren también en un espacio de ocho a diez hectáreas las pizarras carboníferas que se extienden al Sur del cabezo granítico de Copacoa, entre Escolamendi y la ermita de San Antón. El cerro de Arocena, que eleva su aguda cima al Sur de Echalar, tiene por remate una montera de pudingas y areniscas, cuyas dimensiones va aminorando con relativa rapidez la acción demoledora de los agentes meteóricos, a juzgar por los muchos desprendimientos que allí se notan, acaecidos, sin duda, en tiempos no lejanos. Un grupo de peñascos constituidos por esos mismos materiales se destaca sobre las pizarras carboníferas en la margen derecha del barranco Urtiga, que desciende desde los altos de Escolamendi a la vega de Lesaca. Varios retazos de terreno triásico, de igual composición mineralógica, se encuentran esparcidos en el monte Illarri, y en otros del término de Goizueta, etc. Merecen, por último, ser especialmente mencionadas dos fajitas que, siguiendo próximamente la dirección de Levante a Poniente y, separadas por un trecho de cerca de medio kilómetro, resaltan sobre los materiales carboníferos al SE. del último pueblo citado, no lejos del antiguo

establecimiento minero de «La Navarresa». Los bancos de arenisca que las constituyen, se levantan casi verticales con pendiente al segundo cuadrante destacando sus crestones a gran altura sobre el suelo paleozoico inmediato. El arroyo Ollín, afluente del Urumea, cruza sucesivamente dichas fajas en sentido de Sur a Norte por dos angostos desfiladeros, el mayor de los cuales excede poco de 100 metros de longitud. La disposición en que aquí aparecen los estratos triásicos respecto de los carboníferos debe ser atribuida a dos sendas fallas que limitan dichas fajas a lo largo de su lado meridional, determinando en cada una la aparente superposición de las rocas carboníferas a las triásicas.

En la región del NE. de Navarra, los materiales del tramo inferior del Trías, representados principalmente por areniscas, se muestran descubiertos en una mancha de contorno muy irregular alargada de NO. a SE., cuyo extremo septentrional se halla junto al molino de Espinal y el opuesto a distancia de 15 kilómetros en los montes de Areta. Dentro de esta mancha se encuentra el pueblo de Garralda, y próximos a ella, por uno y otro lado, los de Aribe, Garayoa, Abaurrea baja, Abaurrea alta, Saragüeta, Imizcoz, Arrieta y Villanueva, pertenecientes los cuatro primeros al valle de Aezcoa y los demás al de Arce. La atraviesan en dirección de Norte a Sur los ríos Urrobi e Irati, el primero por un angosto desfiladero a lo largo del cual asoman las pizarras devonianas bajo las escarpas que tajan en sus dos márgenes los bancos de arenisca, y el segundo entre una doble fila de montes altísimos, en cuyas vertientes aparecen también por bajo de las triásicas, pero con mayor amplitud, las rocas devonianas. Cercan a esta faja triásica por todos lados calizas y margas de formación cretácea, excepto en el mencionado término de Espinal, donde la contournea en un trayecto no mayor de un kilómetro una estrecha faja de terreno albense, cuyos estratos de igual modo que los cretáceos descansan directamente sobre la arenisca roja. No pasa de 150 metros el espesor total que representa el tramo inferior del Trías en esta parte del territorio navarro, y es de advertir además, que sus bancos se conservan por lo regular, aunque con diversi-

dad de buzamientos, y sin más trastornos estratigráficos que algunas fallas de alcance meramente local. Entre las variedades que ofrecen aquí las areniscas, abundan las de cemento silíceo, atravesadas a menudo por vetas y filones cuarzosos. La peña llamada de Betelu, que a modo de gigante torreón se destaca vistosamente, con agudos remates, sobre la margen derecha del río Irati, agua abajo de Aribé, es una gran masa de cuarzo, que asoma a través de hiladas de la arenisca roja, cerca de su contacto con la caliza devoniana, y que ha resistido más ventajosamente que ellas la acción demoladora de los agentes meteóricos.

Adyacentes a la faja triásica que acabo de reseñar son dos manchitas de muy desigual magnitud, formadas también por la arenisca roja, que se descubren a través de las rocas cretáceas dentro asimismo del referido valle de Arce. La menor de ellas, cuya superficie no llega a una hectárea, se encuentra en la orilla derecha del Urrobi, junto al lugar de Urdiroz, y se hace notar, aun de larga distancia, por el vivo contraste que hace el color de su terrazgo con el del originado por las margas cretáceas. La otra comprende el suelo montuoso que media entre Imizcoz y Arrieta, y más que por su extensión debe ser mencionada especialmente porque en ella se efectuaron años atrás labores de investigación de alguna importancia sobre un filón de cuarzo con minerales cobrizos.

GRUPO TRIÁSICO SUPERIOR

Consideraciones de orden a la vez estratigráfico y mineralógico hacen suponer que los materiales del grupo triásico superior tienen representación, siquiera sea poco extensa, en los distintos isleos esencialmente calizos y margosos que se encuentran esparcidos sobre la arenisca roja del Baztán. En este grupo deben, efectivamente, ser clasificadas las calizas cavernosas, a veces brechiformes, que, acompañadas por lo regular de margas abigarradas, yacen sobre las calizas del Muschelkalk en las inmediaciones de Maya, en el barrio de Iñarbil y en el altozano de Morcairu, dentro del barranco de Echaide, así como también las margas alternantes

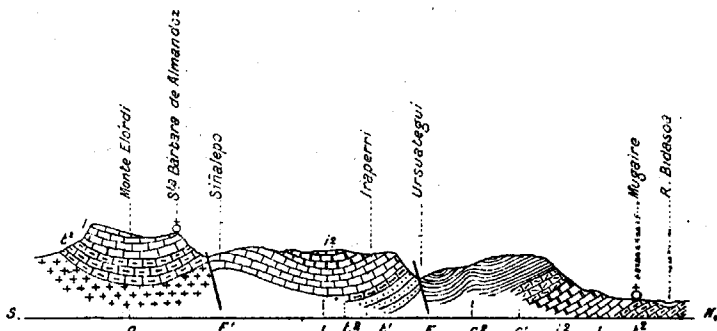
con calizas que forman el alto de San Cristóbal al Sur de Arizcun, y se extienden desde aquí en dirección a Elvetea. Rocas de esta misma naturaleza y presentando idénticos caracteres se encuentran además, sobrepuestas a la arenisca roja cerca del pueblo de Errazu en dirección al puerto de Izpegui.

Mayor importancia que en las localidades precitadas muestran los materiales del grupo superior del Triás en el término de Garzain, dentro también del mencionado valle de Baztán. Por bajo de las rocas jurásicas de los montes Ezcaldu y Azporro, que dominan por Levante y Sur, respectivamente, dicho pueblo, se desarrolla una serie de calizas magnesianas, ya compactas, ya cavernosas, asociadas con margas de color blanco rojizo, y en las cuales se echan de ver notables trastornos estratigráficos relacionados, sin duda, con las acciones dinámicas ocasionales de la falla del Bidasoa, de la cual, según haré notar más adelante, se observan señales evidentes junto al collado que sirve de asiento al vecino pueblo de Irurita. En su contacto con las rocas liásicas al Sur de Garzain, las calizas y margas triásicas se encuentran muy levantadas con pendiente meridional. Junto al barrio de Aztegui, al Norte del pueblo, invierten su buzamiento, y ya más al Norte todavía, en dirección a Elizondo, recobran su inclinación al segundo cuadrante, apoyadas sobre la ofita de la loma de Acullegui.

La misma serie de margas y calizas reaparece en las vertientes orientales de Ezcaldu, por bajo también de las capas liásicas, pero ya con estratificación más regularizada y con pendiente dirigida hacia el tercer cuadrante. Una importante masa de ofita acompaña en dicha vertiente a las calizas triásicas, y entre éstas además se intercala a un nivel más alto un manto de mineral de hierro, de la especie hematites, el cual, por las circunstancias que en su yacimiento concurren, debe ser considerado de formación *metasomática*.

El monte Elordi, que se destaca entre las estribaciones septentrionales del puerto de Velate, al SE. de Almandoz, está constituido por materiales del horizonte superior del Triás, cubiertos por una serie de estratos liásicos, y a los que acompaña también una zona

de ofita, la cual asoma por todos lados, sin solución de continuidad, bajo las empinadas vertientes de aquella altura. No baja de 60 metros el espesor que representan dichos materiales, al cual contribuyen muy desigualmente calizas compactas, carniolas y calizas marmóreas de colores blanco y rojo, alternantes con arcillas pizarreñas y margas abigarradas. Sus capas, lo mismo que las liásicas sobrepuestas, se extienden aquí formando un amplio sinclinal, que los afloramientos de unas y otras hacen patente en las extensas laderas de Larralde y de Gonyura. Las calizas compactas se encuentran aquí en un nivel determinado por encima de la ofita, impregnada de óxido de hierro, con tal abundancia en algún sitio, que el carbonato cálcico llega también aquí a ser totalmente reemplazado por hematites. Una falla dirigida próximamente de ENE. a OSO., que pasa por el collado de Sñalepo al Norte de Elordi, corta los estratos triásicos, determinando además su contacto anormal con las calizas jurásicas del monte Paramendi. Esta anomalía estratigráfica aparece indicada en la figura 3.^a, la cual

Fig. 3.^a

f¹. Arenisca rola, triásica.—f². Calizas y margas, triásicas.—l. Calizas liásicas.—i². Calizas y areniscas aptenses.—c¹. Calizas y margas cenomanenses.—c². Margas y areniscas turonenses.—o. Ofita.—F. Falla del Bidasoa.—F'. Falla de Almandoz.

representa un perfil geológico desde el monte Elordi hasta Mugaire, siguiendo la línea de cumbres divisorias entre los ríos Marín y Goldaburu.

Bajo las vertientes occidentales de Elordi vuelven a asomar in-

teriormente a la ofita junto a la orilla izquierda del Goldaburu las calizas cavernosas del Triás, y en ellas se advierten vestigios de excavaciones muy someras, con las cuales se beneficiaron años atrás algunas cantidades de hierro oligisto, que en estado casi incoherente formaba vetas y bolsadas irregulares dentro de la caliza triásica. Agua arriba de este sitio, el mencionado Goldaburu tiene abierto su cauce en los estratos del horizonte superior del Triás, que en la margen derecha aparecen inclinados al NO. con pendiente no menor de 30°. Varias calicatas abiertas a distintos niveles, ponen también aquí de manifiesto la impregnación de la caliza por óxidos de hierro, y hasta su conversión en una verdadera mena.

La misma serie de rocas triásicas del monte Elordi se repite en las lomas que se alzan al SO. de Almandoz, y entre las cuales resaltan las de Baracelay y de Chatogui. Sus estratos inclinan aquí ligeramente al cuarto cuadrante, y en ellos se observan también indicaciones de mineral de hierro, siendo especialmente de notar un yacimiento que aflora en las laderas de Lizurriñaga, y en el cual se ha reconocido la presencia de la magnetita.

Una de las comarcas del Pirineo navarro, donde alcanza mayor desarrollo el grupo superior del Triás, es el valle de Bertizarana. El subsuelo de la vega que a lo largo de éste se extiende desde Oronoz hasta cerca de Santisteban, está formado, al menos en gran parte, por las margas del Keuper, ocultas bajo el manto de tierra vegetal y de aluviones recientes del Bidasoa. En varios sitios del valle se descubren, sin embargo, y se reconocen por sus caracteres distintivos los materiales de dicho tramo. Tal sucede en las inmediaciones de Narvarte, donde años atrás se extrajeron, por medio de labores poco profundas, algunas cantidades de yeso, substancia que, como es sabido, acompaña frecuentemente a las margas de este horizonte triásico. Los tajos contiguos a la línea férrea de Irún-Elizondo han puesto también al descubierto en el trayecto de Narvarte a Oronoz las margas del Keuper, cuyo color rojo oscuro contrasta singularmente con el blanquecino de las hiladas de caliza, bajo las cuales yacen. Corresponden estas

hiladas al tramo de las carniolas, que dentro del mismo valle de Bertizarana tiene representación poco menos extensa que el de las margas irisadas, sobre el cual descansa. Forman esencialmente dicho tramo calizas magnesianas, ya compactas, ya más generalmente cavernosas, que en total componen un espesor de más de 50 metros, y cuyos afloramientos se manifiestan a lo largo de una zona que desde Oronoz se dirige hacia Poniente, tocando en la orilla izquierda del Bidasoa, hasta ocultarse en el término de Gaztelu bajo las calizas jurásicas de los tajos de Santa Leocadia. El barrio de Mugaire, el pueblo de Legasa y una gran parte al menos del de Oyaregui, se hallan situados dentro de esta zona, sobre bancos de carniola, que por lo regular se muestran muy dislocados, predominando en ellos el buzamiento al SSO.

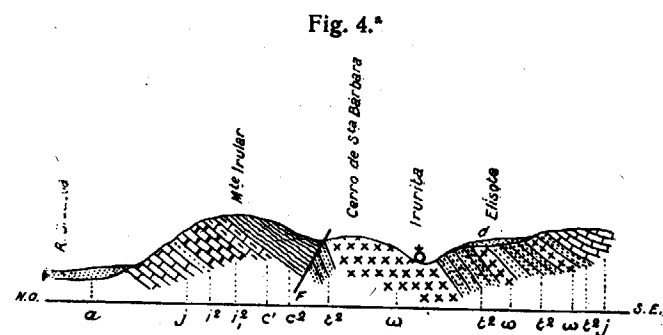
Como continuación del Keuper de Bertizarana, debe ser considerado otro depósito de naturaleza análoga que se extiende por los términos de Santesteban, Elgorriaga e Ituren, aun cuando entre ambos existan algunas diferencias respecto a sus condiciones de yacimiento y a ciertos detalles de su composición mineralógica. Efectivamente, en estas últimas localidades, las margas triásicas no se apoyan, como sucede en el valle de Bertizarana, sobre la arenisca roja, sino con mediación de unas calizas que he referido ya al horizonte del Muschelkalk. En cambio falta el horizonte de las carniolas, hallándose, por lo tanto, las referidas margas en contacto por el Sur con estratos cretáceos y jurásicos. Además, el yeso se encuentra aquí con relativa abundancia, muy cargado a trechos de cristallitos de cuarzo hematoideo. Y por último, en los alrededores de Elgorriaga, impregna las margas el cloruro sódico, en grado tal que, desde tiempo atrás, viene siendo esta substancia objeto de beneficio, mediante la evaporación artificial del agua extraída de un pozo de ocho metros de profundidad (1).

La falla del Bidasoa, de que ya antes de ahora hice men-

(1) Desde hace algunos años se ha hecho aplicación terapéutica del agua de la Salina de Elgorriaga, y recientemente se ha instalado con este objeto un importante establecimiento balneario en dicha localidad.

ción, ha dado origen, por efecto de las dislocaciones y soluciones de continuidad que ha ocasionado en las masas sedimentarias, a una serie de afloramientos triásicos, más o menos importantes, alineados con notable regularidad desde los límites del Baztán hasta el confín de Guipúzcoa, cerca de Leiza. En todos ellos predominan o son exclusivas las rocas del grupo superior del sistema, a las cuales acompaña frecuentemente la ofita.

La figura 4.^a representa la disposición en que yacen los mate-



*j*². Margas y calizas triásicas.—*j*. Calizas jurásicas.—*i*². Areniscas y calizas aptenses.—*c*¹. Calizas y margas cenomanenses.—*c*². Margas y areniscas turonenses.—*d*. Aluvión antiguo.—*a*. Aluvión de formación actual.—*O*. Ofita.—*F*. Falla del Bidasoa.

riales triásicos junto a la referida falla en las inmediaciones de Iruñeta, dentro todavía de la jurisdicción del Baztán. Una estrecha zona de margas, de colores blanco y rosado, asoma aquí entre las rocas cretáceas de la cumbre de Irular y la masa ofítica que constituye el monte de Santa Bárbara, en cuya falda se halla situado el pueblo. Sobre esta masa de ofita se apoya una serie de calizas en que alternan las variedades compactas con las cavernosas, acompañadas de algunos estratos de margas, y entre las cuales se observan además intercalaciones de aquella misma roca.

A partir de Iruñeta se extiende en dirección a Poniente, por los términos de Ciga, Aniz y Berroeta, una faja de terreno triásico, en cuya constitución intervienen calizas dolomíticas y margas abigarradas de colores claros. Le sirve de límite en su lado septentrional la falla antes citada, poniendo en contacto anormal, a lo largo del mismo, los materiales triásicos con los cretáceos yacen-

tes sobre las calizas aptenses de las escarpas que forman la margen izquierda del Bidasoa, entre Irurita y Oronoz. Contigua a esta faja triásica, en su lado meridional, se extiende una banda de ofita alineada entre Almandoz y Elizondo, y en la cual se asocian a esta roca, alternando con ella, calizas con los caracteres propios de las del Triás. Por último, las margas de las cercanías de Irurita sirven de yacimiento a masas de yeso, bastante importantes para ser objeto de explotación, sostenida ya desde hace algunos años. Embutidas en el yeso suelen además encontrarse con relativa frecuencia, zonas de anhidrita de varios centímetros de grosor.

Anomalías estratigráficas que asimismo se observan en el contacto de la formación cretácea de las inmediaciones de Zozaya con los materiales triásicos que aquí también asoman, hacen patente la continuación por este paraje de la falla del Bidasoa. Junto al barrio de Larrañaga, las lastras calizas de un pequeño rodal de terreno danés, que aquí cubre a las margas turonenses, confrontan anormalmente por el Sur con carniolas que en algún sitio se manifiestan bajo las calizas jurásicas de las laderas de Iraperri. Mayor alcance aún tienen las dislocaciones causadas por la referida falla en el vecino collado de Ursuateguieta, donde se ven asomar en un espacioso frente de su lado meridional, además de las carniolas, gruesos bancos de arenisca roja con espesor total de más de 40 metros, y aparentemente superpuestos a las capas turonenses que hasta su pie llegan por el lado Norte. La figura 3.^a, inserta en la página 30, indica el modo cómo están dispuestos en el sitio últimamente citado los estratos de una y otra edad.

A Poniente de Ursuateguieta se ven aflorar repetidamente las rocas triásicas a lo largo de una estrecha faja que cruza la espaciosa barranca de Ceberia, señalando en las dos vertientes de ésta la dirección de la falla del Bidasoa, y a la vez la separación entre las formaciones jurásica y cretácea. Las carniolas son los materiales que constituyen principalmente esta serie de afloramientos, a la cual son anejas una masa ofítica, de relativa importancia, que se encuentra descubierta en el fondo de la referida barranca, junto al caserío de Sagasti, y otra menos importante que

aparece en la vertiente izquierda, junto al collado de Azpilluz.

Con mucha mayor amplitud se descubren las rocas del grupo superior del Triás dentro del vallejo que sirve de asiento a la villa de Donamaría, cuyos cuatro barrios están situados en parte sobre dichas rocas y en parte también sobre las ofitas que las acompañan. En este trayecto los materiales del Triás lindan anormalmente por el Norte con los aptennes el cerro de Santa Leocadia, y por el Sur se ocultan siguiendo su buzamiento bajo las calizas jurásicas de la falda septentrional de la sierra de Ulzama. Margas vivamente irisadas, entre las que yacen pequeñas masas de yeso, comparten con dolomías y carniolas la constitución de aquel suelo, fuera de los espacios ocupados por la ofita. Tanto las calizas cavernosas como las compactas preponderan en la proximidad de las jurásicas, con las cuales aparecen concordantes hasta en los pliegues y cambios de arrumbamiento que en las de una y otra edad son aquí frecuentes.

Del término de Donamaría los estratos triásicos, acompañados asimismo de ofitas y sirviendo de apoyo a los jurásicos de la vertiente de la sierra de Ulzama se extienden al de Urroz; pero ya en éste, no sólo se encuentra representado el miembro superior de la formación, sino que además se ven aflorar en varios sitios las areniscas rojas, y hasta las pudingas de la base, en contacto unas y otras por su lado septentrional, mediante la misma falla ya citada, con las lastras danesas de la vecina loma de Utzala.

Más hacia Poniente, a lo largo del camino antiguo que media entre Urroz y Beinza-Labayen, se destacan, acusando constantemente un buzamiento meridional, crestas de caliza triásicas, a que acompañan algunas zonas de carniolas y margas irisadas. Cerca ya del último pueblo citado se estrecha notablemente el afloramiento triásico (1) y aun llega a interrumpirse por completo,

(1) Por causa de un error material, padecido en el dibujo del Mapa adjunto esta faja triásica figura con dimensiones algo exageradas en su extremo occidental, apareciendo, en consecuencia, comprendido dentro de ella el pueblo de Beinza-Labayen, cuyos dos barrios, como en el texto se hace constar, se hallan casi en totalidad sobre suelo jurásico.

determinando así la contigüidad anormal que se advierte entre las rocas jurásicas sobre que está situada la mayor parte del caserío, y las del tramo danés, que hasta allí también avanzan por el lado Norte.

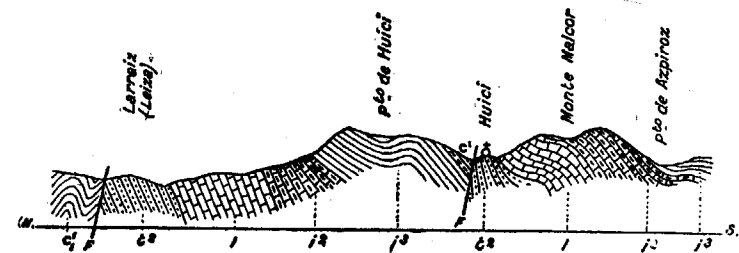
El contacto anormal de las rocas jurásicas con las cretáceas persiste, salvo algunas ligeras interrupciones, al Oeste de Beizna-Labayen, y continúa todavía a través del collado de Pagoto-coegaña, si bien poco más adelante, en las inmediaciones de Saldias, vuelven a descubrirse ampliamente las calizas y margas triásicas, con acompañamiento de ofitas, para ocultarse de nuevo a los tres kilómetros entre Erasun y Ezcurrea.

Muy ostensiblemente se manifiestan asimismo los efectos de la falla del Bidasoa en las cercanías del pueblo de Leiza, próximo al confín de Guipúzcoa. Por bajo de las calizas liásicas del serrijón que se alza al Sur de este pueblo, y sin aparente discordancia estratigráfica con ellas, vuelven a asomar otra vez más las rocas del horizonte superior del Triás, representadas principalmente por carniolas y dolomías, más abundantes las primeras que las segundas. A estos materiales, sobre los que asienta una parte del caserío, se yustaponen anormalmente por el Norte los estratos cenomanenses, que hasta allí avanzan desde el término de Ezcurrea. Bajo las calizas triásicas, y separadas de las mismas por una hilada de margas sabulosas pizarreñas de color vinoso, se descubren las grauvacas carboníferas en dos pequeños afloramientos, alineados en el borde meridional de la falla, uno a Levante y otro a Poniente de Leiza. Entre las carniolas se intercala una masa de ofita, de no escasa importancia, y en estas mismas rocas suelen verse además vetillas irregulares de hierro oligisto micáceo, mineral que se encuentra también con igual forma y en condiciones análogas de yacimiento en otras localidades del Pirineo navarro.

Con no menor frecuencia que en la vertiente al Bidasoa, se ven descubiertas las rocas del Triás superior en las comarcas del lado meridional de la cordillera que desde los altos de Velate señala en dirección a Poniente la divisoria entre la cuenca de aquel río y la del Ebro. Débese esto principalmente a otras varias

fallas que han determinado el afloramiento en distintos sitios de materiales de dicha edad, juntos a veces con los jurásicos, a través de las formaciones infracretáceas y cretáceas que constituyen esencialmente el suelo de las referidas comarcas. Así se observa que las rocas triásicas se manifiestan generalmente en manchitas de forma alargada o en fajas de poca anchura, orientadas por lo regular en sentido de Poniente a Levante.

Dos de estas fajas afloran, siguiendo aproximadamente la dirección antedicha, en el valle de Larraun. La más septentrional comienza en las inmediaciones de Gorríti, y desde aquí, pasando por Huici, va a terminar a los cinco kilómetros, dentro del término de este pueblo, en el barranco de Santa Engracia. A lo largo de ella se ven constantemente asomar carniolas y calizas con lechos intercalados de arcilla pizarreña de color rojo vivo; y en su remate oriental acompañan además a estos materiales margas abigarradas abundantes en yeso. De las circunstancias estratigráficas de esta faja de Triás da idea la figura 5.^a, que re-

Fig. 5.^a

1.^a. Carniolas y dolomías triásicas.—1. Calizas liásicas y jurásicas.—2.^a. Calizas y margas aptenses.—3.^a. Margas pizarreñas, areniscas y calizas albenses.—c'. Margas y calizas cenomanenses.—c',. Filsch cenomanense.—F. F. Fallas.

presenta un corte geológico, trazado desde las cercanías de Leiza hasta el puerto de Azpiroz, cruzando entre ambas localidades la divisoria de aguas vertientes al Cantábrico y al Mediterráneo.

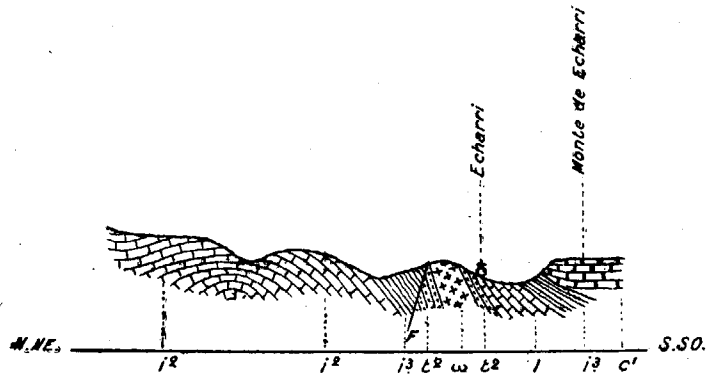
La otra faja triásica se manifiesta con unas hiladas de carniolas que se destacan entre los materiales albenses al Norte y no lejos de Lecumberri, de donde continúan por Echarri, con direc-

ción a Levante hasta más allá de Aldaz, acompañadas de márgas abigarradas y de un importante afloramiento de ofita.

El corte representado en la figura 6.^a, hace ver la disposición que tienen en las inmediaciones de Echarrri los estratos de distintas edades que aquí se descubren.

A Poniente de Lecumberri, dentro también del valle de Larraun

Fig. 6.^a



f.² Carniolas y márgas triásicas.—l. Calizas y márgas liásicas.—i.² Calizas aptenses.—t.² Márgas y arcillas pizarreñas albenses.—c'. Calizas cenomanenses.—O. Ofita.—F. Falla.

se descubren en varios sitios bajo los estratos albenses los materiales del horizonte superior del Triás, señalándose especialmente las márgas por la viveza de sus colores blanco y rojo que en ellas predominan. Así se observa en el yesar próximo a las laderas del monte Ostio, y en la pradería de Osazabaleta. Algunos asomos de márgas y carniolas aparecen además por bajo de las calizas liásicas al pie del monte de Iribas.

En el valle de Basaburua, lindante por el Oeste con el de Larraun, las calizas y márgas del Triás superior ocupan asimismo espacios de alguna consideración. Entre la hondonada donde asienta el pueblo de Beruete y el riachuelo de la ferrería de Oroquieta, que desarrolla su tortuoso curso seis kilómetros más hacia Levante, se extiende un suelo muy desigual, en que asoman repetidamente los antedichos materiales, determinando en conjunto una mancha de contorno sumamente irregular alargada en sentido de

Este a Oeste, dentro de la cual quedan comprendidos además masas importantes de ofita. El barranco que desde las cercanías de Beruete conduce a Jaunsarás atraviesa esta mancha en su máxima anchura de Norte a Sur, dejando ver a lo largo de sus márgenes la serie de afloramientos de las calizas magnesianas y de las márgas con que alternan, además de los de dos zonas de ofita que entre ellas se intercalan. Los estratos triásicos, que al principio asoman muy inclinados hacia el NO., bajo la escarpadura de las calizas liásicas del Pico de Larrazuibel, muestran más adelante varios cambios en su inclinación y buzamiento y llegan finalmente a ocultarse por el Sur bajo calizas infracretáceas. A Levante, y no lejos de la margen izquierda del barranco, destaca el alto de Iturriburu, cuya cima forman unas cuantas hiladas de caliza aptense superpuestas a otras de caliza liásica, bajo las cuales afloran por Norte y por Sur gruesos bancos de carniola y márgas de color rojo y verdoso, en las que suelen encontrarse vetillas de hierro oligisto micáceo.

En los términos de Igoa y Arrarás, que siguen por Levante a continuación del de Beruete, los materiales sedimentarios del Triás muestran un desarrollo superficial inferior al de las masas de ofita que entre los mismos asoman. La mancha triásica se prolonga todavía por dicho rumbo, perdiendo gradualmente de anchura hasta las márgenes del precitado arroyo de la ferrería, donde termina dentro de la hoya de Huagan. Las carniolas y las márgas abigarradas, con manifestaciones de yeso, se ven aquí al descubierto en un espacio poco mayor de tres hectáreas, limitado al Sur por estratos arcillosos y sabulosos del tramo albense y al Norte por una estrecha zona de calizas jurásicas a que seguidamente se superponen por este último rumbo las aptenses que resaltan en las laderas de los montes cercanos.

Tres kilómetros al Sur del extremo oriental de la mancha triásica de Beruete, y próximo a la antigua ferrería de Oroquieta, se encuentra otro afloramiento de dolomías, carniolas y márgas abigarradas, acompañadas de dos grandes zonas de ofita, que en la superficie muestran un ancho total de cerca de 100 metros. Entre

las margas suelen verse lechos de anhidrita de hasta 10 centímetros de grueso. Se extiende este afloramiento de Levante a Poniente, en un trayecto de más de un kilómetro a lo largo del cual se encuentran los estratos triásicos en contacto anormal por el Norte con los albenses del monte Ardáiz, mientras que por el Sur sirven de apoyo a otros de formación aptense, aparentemente concordantes con ellos en su inclinación y en su buzamiento al tercer cuadrante.

Dentro del mismo valle de Basaburua vuelven todavía a encontrarse nuevamente las rocas del horizonte superior del Triás, a lo largo de otra faja, que en vez de ajustarse a la dirección Este-Oeste, como sus análogas de la misma región, se extiende en sentido de Norte a Sur, a partir de las cercanías de Jaunsarás, prolongándose por este último rumbo hasta penetrar en el vecino valle de Imoz. Dicha faja, cuya anchura, en extremo variable, no excede de 400 metros, interrumpe en una longitud de cerca de cuatro kilómetros, siguiendo en gran parte de este trayecto el curso del río Basaburua, la continuidad de los sedimentos de la formación danesa, que con excepcional desarrollo se muestra en ambas vertientes de dicho río. La disposición estratigráfica en que aquí aparecen los materiales de una y otra edad induce a creer que el afloramiento de los triásicos a través de los cretáceos es resultado de otra falla cuya existencia se confirma además por la aparente superposición de los primeros a los segundos, bien perceptible en el lado occidental de la faja en cuestión. Las calizas, con diversidad de caracteres, predominan notablemente sobre las margas abigarradas en el suelo triásico de la ribera del Basaburua, y sus estratos, siempre muy dislocados y aun levantados en algún sitio casi verticalmente, acusan buzamientos variables del primero al segundo cuadrante. Una zona de ofita de más de 50 metros de ancho aparente se intercala entre estos materiales en el cerrejón de Ardáiz, que se alza sobre la margen izquierda junto al pueblo de Echalecu. Las calizas de los niveles inferiores a la ofita presentan una estructura sumamente cavernosa, que las semeja a una verdadera toba, y de ellas mana una fuentecilla de agua ligera-

mente salada, cuyo caudal suele aumentar en tiempo de lluvias. Relacionado con la ofita de Beráiz debe de hallarse otro asomo de la misma naturaleza que se ve al Sur y no lejos de este paraje en la loma de Arcaich, próxima a Zarranz. La roca se encuentra aquí en iguales condiciones de yacimiento que en el monte Beráiz, y por bajo de ella reaparece la zona de carniolas antedicha, de la cual brota también en tiempo lluvioso agua débilmente salobre.

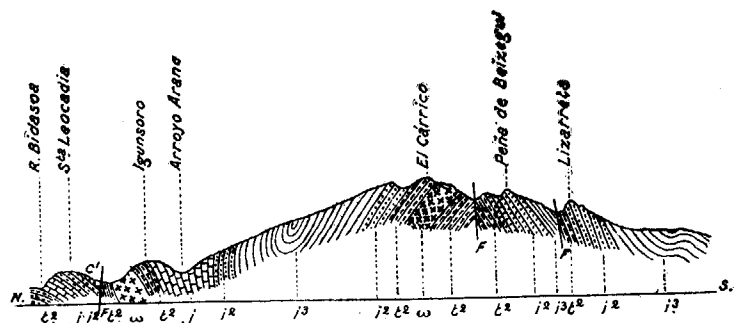
Más frecuentes, aunque en total menos extensos que los ya mencionados del valle de Basaburua, son los afloramientos de rocas triásicas en el valle de Ulzama y en las vertientes al mismo. De éstos el más importante, cuya longitud no excede, sin embargo, de tres kilómetros, se extiende de NE. a SO., al pie de la sierra, que limita por el Norte dicho último valle, en paraje sumamente breñoso, y dentro del término de Elizaburu. Los estratos que lo constituyen, se muestran en general muy dislocados, con algunos cambios de inclinación y de buzamiento, y entre ellos resalta la masa de ofita a que debe principalmente su relieve el montecillo Arburu. En el extremo oriental del afloramiento junto a las fuentes de Zazpiturri, reconócese claramente los efectos de una falla, en cuyo lado septentrional asoman, bajo los estratos aplenses de la vertiente de la sierra de Ulzama, bancos de caliza triásica, mientras que en el meridional, confrontan anormalmente con estos mismos bancos, las margas pizarreñas de la formación albense del valle.

Los barrancos que surcan las laderas de Urquizu, en las estribaciones meridionales de esta misma sierra, al NO. de Alcoz, descubren un rodal de margas abigarradas con yeso, e indicios de ofita, por bajo de unas hiladas de caliza de color gris oscuro que contienen restos de belemnitas, y en las cuales se apoyan bancos de arenisca aptense.

La cumbre de Eleárrico, una de las más elevadas de la referida sierra de Ulzama, está formada por calizas y margas triásicas, que acompaña también una importante masa de ofita, la cual ocupa aquí la altitud máxima en que han sido observadas las rocas de esta naturaleza dentro de la provincia. De la disposición que en

dicha cumbre tienen los distintos materiales que en ella afloran da idea la figura 7.^a, que representa un corte de la cordillera transversal a su dirección, desde la orilla del Bidasoa, cerca de Gaztelu, hasta el pie de la cresta de Lizarreta, al Norte de Alcoz.

En las calizas triásicas de la cumbre de Elcárrico se reconocen algunas de las variedades observadas también en las del monte

Fig. 7.^a

t². Dolomías, carniolas y margas triásicas.—j. Calizas jurásicas.—i². Calizas y areniscas aptenses.—i³. Pizarras, areniscas y calizas albenses.—c. Calizas cenomanenses. F. F. Fallas.—ω. Ofita.

Elordi de Almandoz, y en los leños margosos que alternan con las carniolas suelen verse diseminadas hojuelas de hierro oligistomicrocristalino.

El camino que desde el alto de Elcárrico desciende al valle de Ulzama con dirección al Sud, atraviesa, en el sitio llamado Iragüe, otro afloramiento triásico que se extiende de Levante a Poniente, bajo las mencionadas crestas de Lizarreta, en su lado septentrional, no excediendo de 80 metros su máxima anchura aparente. En la figura poco ha mencionada, se indica también este afloramiento, así como la falla a que debe atribuírse la aparente intercalación de las carniolas y margas que lo constituyen entre los estratos aptenses y los albenses de esta vertiente de la cordillera.

En el término de Lizaso, dentro todavía de los confines del valle de Ulzama, se reconoce la presencia de rocas triásicas, que refieren asimismo al horizonte superior de esta formación. El pueblo se halla situado, en su mayor parte, sobre bancos de caliza

débilmente inclinados hacia el tercer cuadrante, que surgen a través de las pizarras albenses en el fondo del valle. Varios cerrillos pedregosos, formados también por las calizas triásicas, se destacan en el llano que se extiende al Sur del mismo pueblo, y en el espacio intermedio asoman margas abigarradas con indicios de ofita.

Al Triás superior deben también ser referidos, si ha de concederse algún valor a su composición y caracteres mineralógicos, varios asomos de margas y carniolas que aparecen en los alrededores de Lanz, entre las calizas directamente sobrepuestas a la arenisca roja, las cuales hemos atribuído al Muschelkalk, y las pizarras albenses que avanzan hasta aquí por Poniente desde el vecino valle de Ulzama. Manifestaciones de estos asomos son las margas abigarradas acompañadas de yeso que se ven en los barrancos de Landercheta y de Balzu, así como igualmente las carniolas que asoman en las laderas de Bardanegui, Costarán, etc., y se hacen notar por su estructura marcadamente cavernosa.

La serie de margas y calizas triásicas de los alrededores de Lanz, que en sentido de su buzamiento se oculta bajo depósitos del tramo albense, vuelve a aparecer, en los montes y altozanos que limitan por el Sur la pequeña cuenca donde dicho pueblo tiene su asiento. Una falla, dirigida de NE. a SO., que se manifiesta bajo las vertientes meridionales de esta línea de alturas, separa de las formaciones danesa y senonense, que desde aquí se extienden hacia el Sur por los términos de Olagüe y Egozcue, las masas triásicas que al Norte de dicha falla se destacan, mostrando sus estratos casi siempre muy dislocados y rasgados además por hondos barrancos. Las calizas, unas compactas, otras cavernosas, presentan en este sitio gran desarrollo, y asociadas con dos importantes masas de ofita, forman el relieve del monte Erotalarre que se levanta al Norte de Olague. En las margas que al pie de este monte afloran en su lado meridional se han observado indicios de la presencia de cloruro sódico.

Los detalles expuestos en los párrafos que preceden, se refieren exclusivamente a localidades de la región montañosa del NO. de Navarra, en que se manifiestan los materiales del

Trías superior. Mas según hice notar antes de ahora, no es esta región la única de la provincia en cuya constitución geológica intervienen dichos materiales. En varios sitios de las comarcas centrales situadas a Poniente del meridiano de la capital se descubren, a través de las formaciones terciarias, que son las que predominan en su suelo, algunas manchas de aquella misma edad, en las que aparecen representados, por lo menos, el horizonte de las margas irisadas y el de las carniolas.

Una de estas manchas interrumpe la continuidad de los estratos eocenos de la cuenca de Pamplona en el extremo NO. de la misma. La línea férrea de Zaragoza a Alsasua la atraviesa en el trayecto de tres kilómetros que media desde las cercanías de Lete hasta más allá del pueblo de Atondo, y el río Araquil la surca profundamente con un tortuoso cauce de otros tres kilómetros de largo abierto junto a los lados occidental y meridional de su contorno. Las margas abigarradas muestran gran desarrollo en la mitad occidental de esta mancha, y envuelven masas de yeso blanco y rojo. Calizas magnesianas, ya compactas, ya también cavernosas, afloran repetidamente entre margas en los alrededores de Lete y en el monte de Yarte, inclinadas con buzamiento hacia el primer cuadrante y con marcada discordancia estratigráfica respecto de las eocenas adyacentes. Varias zonas de ofita aparecen intercaladas en esta serie esencialmente caliza, y otra de igual naturaleza, pero mucho más importante, se destaca al Sur de Atondo, extendiéndose desde aquí al término de Anoz.

Mayor espacio superficial que en las vertientes al Araquil ocupan las margas del Keuper dentro del valle de Olo, donde asoman bajo bancos de caliza numulítica que las cercan por todos lados. Con ellas se asocian también, a juzgar por los indicios que se observan en las tierras y en las arroyadas que surcan el suelo, dolomías y yeso con jacintos de Compostela. Las margas se hallan además impregnadas de cloruro sódico, al menos en las inmediaciones de Arteta, donde esta substancia es objeto de aprovechamiento mediante la evaporación natural del agua salada extraída de un pozo de no gran profundidad. La ofita acompaña

asimismo a los materiales triásicos del valle de Olo, donde se manifiesta con dos afloramientos de relativa importancia. Sobre el mayor de ellos está situado el pueblo de Ulzurrun, y el otro resalta en un pequeño altozano próximo a Arteta.

Otra mancha triásica, cercada también por escuetos crestones de caliza numulítica, se extiende al Sur del valle de Olo, ocupando gran parte del término de Salinas de Oro y de los de sus aledaños Izurzu y Muniain. Margas de colores generalmente claros, con el acompañamiento habitual de yesos y carniolas, son los materiales que en ellas predominan. A las margas se asocian algunas capas de dolomía, que en sus afloramientos se muestran levantadas casi verticalmente y acusan buzamientos variables entre el Sur y el Oeste. Una serie de mogotes y cabezos formados por la ofita, y alineados de SO a NE., se destaca entre los materiales triásicos en la mitad meridional de esta mancha. El yeso abunda extraordinariamente en las margas de Izurzu, donde viene explotándose en cantidades considerables. Junto a la charca de Invernaburu, al NO. de Salinas, lo hay de color rosado, y en él suelen verse envueltos diminutos cristales de cuarzo, a veces con tal profusión que le dan la apariencia de un verdadero conglomerado, en que el sulfato cálcico hace las veces de cemento. Varias fuentecillas de agua salada nacen de las margas en el comienzo del barranco de la Salera, que surca los materiales triásicos en sentido de Norte a Sur, y hay además en este sitio, alumbrado con un pozo poco profundo, un manantial de la misma naturaleza, bastante caudaloso para satisfacer con exceso las exigencias de la producción del cloruro sódico en la salina allí establecida, la cual, por las especiales circunstancias de localidad, puede ser considerada como la más importante de las que en la provincia se explotan.

De contorno más complejo que las anteriores, a causa de la diversidad de formaciones que la rodean, es una mancha triásica que se manifiesta a lo largo de la ribera derecha del río Salado, en los cinco últimos kilómetros de su curso por el valle de Yerri, y dentro de la cual están situados los pueblos de Lácar, Lorca y Alloz. Limitanla por el Sur y el Oeste las molasas miocenas de los

llanos de Villatuerta y de Montalbán, que hasta aquí avanzan, apoyándose con marcada discordancia sobre los materiales del Triás, y por sus lados Este y Norte confronta con rocas oligocenas, si bien en algunos trechos ocultan el contacto de ambas formaciones pequeños rodales de sedimentos miocenos y depósitos de origen reciente acumulados junto a la vaguada del mencionado río. Las mismas rocas que en las manchas triásicas citadas últimamente y con iguales caracteres mineralógicos vuelven a encontrarse en ésta. Las calizas dolomíticas, ya compactas, ya más frecuentemente cavernosas, adquieren gran desarrollo entre el pueblo de Lácar y el pie del monte Esquinza, acusando en sus estratos buzamientos dirigidos casi invariablemente al tercer cuadrante. El yeso abunda también en las margas abigarradas de los alrededores de Lácar lo bastante para ser objeto de aprovechamiento, y se encuentra asimismo en el término de Alloz, donde suele ofrecer color rojo y contener cristallitos de cuarzo hematoides. Tres asomos de ofita acompañan además aquí a los materiales triásicos: uno a Poniente de Alloz; otro, junto a la granja de este nombre, en dirección a Lorca, y otro más importante cerca de Lácar, a la izquierda de la carretera de Estella a Puente la Reina.

Las peñas de Arrieta, que se alzan frente a la ciudad de Estella con imponentes tajaduras sobre la margen derecha del Ega, son el extremo septentrional de otra gran mancha de Triás, que ocupa un espacio no menor de ocho kilómetros cuadrados, y en la cual se hallan comprendidos los pueblos de Ayegui, Igúzquiza y Azqueta, más una parte no pequeña del término de Arbeiza. Calizas magnesianas cavernosas, con todos los caracteres distintivos de las carniolas triásicas, son las rocas que en ella predominan, y este predominio se revela desde luego en la escabrosidad de su suelo, erizado a menudo de riscos y crestones, en los que no siempre es fácil distinguir señales aparentes de estratificación. Entre Estella y Arbeiza, sin embargo, se ven aflorar unos bancos de dolomía compacta que muestran buzamiento bien marcado al tercer cuadrante, y se hacen notar además por contener en su masa con relativa abundancia cristales prismáticos de couceranita, algunos

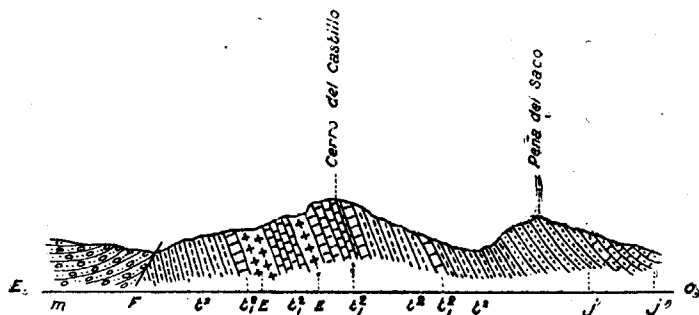
de los cuales alcanzan un ancho de cerca de tres milímetros. A través de las carniolas se descubren en distintos sitios margas de colores claros, acompañadas frecuentemente de yeso, y entre las cuales se manifiestan varios asomos de ofita, casi todos de exigua extensión. Por último, el cloruro sódico acompaña también aquí a los materiales del Triás, según lo indica la calidad del agua de una caudalosa fuente que mana al pie de las peñas de Arrieta, y en la cual, tanto el sabor como los reactivos, acusan la presencia de aquella substancia.

Rodean la mancha triásica de Estella materiales de distintas edades, muy desigualmente repartidos. En una gran parte de su contorno la limitan los conglomerados de la base del terreno mioceno; en Ayegui y en el término de Arbeiza a las rocas triásicas se sobreponen margas y calizas cretáceas; en Azqueta y junto a la base de Monjardín les son adyacentes los estratos oligocenos, y entre Igúzquiza e Irache las cubren en espacios de alguna importancia depósitos superficiales de origen diluvial. Recordaré, por último, que dentro de esta misma mancha, cerca de la cumbre del monte de Arbeiza, aflora una estrecha banda de neis y micásitas, puesta en descubierto por una falla que rasga las calizas del horizonte superior del Triás, las cuales se muestran aquí apoyadas directamente sobre la formación estratocristalina (1).

Antes de dar por terminada la reseña del Triás de Navarra debe

(1) En una nota que con el título de «Sur la géologie de quelques points de l'Aragon et de la Navarre» publicó M. Carez en el tomo X de la 4.^a serie del *Bulletin de la Société Géologique de France*, hace mención de la mancha triásica de Estella y de la de Lorca, y después de indicar la dificultad con que suele tropezarse en esta comarca para distinguir de las margas del Triás ciertos sedimentos, a los que atribuye edad miocena, que se les asemejan por sus caracteres mineralógicos, y con los que se hallan en contacto, termina con las palabras que a continuación transcribo, a las cuales, sin duda, dió motivo el no estar representadas las antedichas manchas en el Mapa geológico de España: «C'est ce qui explique comment on a pu méconnaître l'existence de Trias dans cette région.» Compréndese desde luego que al expresarse en tales términos ignoraba M. Carez, o había olvidado al menos, que trece años antes, en mi nota acerca de las ofitas de Navarra, di ya noticia de las dos referidas manchas triásicas.

ser mencionada una fajita de este mismo terreno que, desde la provincia de Logroño, donde tiene su principal desarrollo, penetra en el territorio navarro por su extremo SO., para extinguirse próximamente a los dos kilómetros junto al confín provincial en la jurisdicción de Fitero. Intervienen en la composición mineralógica de esta faja carniolas, dolomías, margas y yeso, lo cual, desde luego, justifica su inclusión en el grupo superior del Triás. Concuierda con esto el que sobre ella se apoyen en todo el largo de su lado occidental gruesos bancos de conglomerados cuarzosos, que, según haré notar oportunamente, corresponden al tramo bayocense del sistema jurásico, de los cuales conglomerados brotan los copiosos manantiales que utilizan los dos balnearios allí establecidos. El afloramiento de rocas triásicas en esta zona del confín de Navarra y Logroño se halla relacionado, indudablemente, con la existencia de una falla que se extiende de NO. a SE. a través del suelo riojano, pasando por Arnedillo, y cuyos efectos llegan a manifestarse también dentro del término de Fitero, donde ha determinado el contacto anormal de los estratos miocenos con las carniolas y margas triásicas, según se observa en el lado oriental de la antedicha faja. La figura 8.^a, que es un perfil geológico siguiendo

Fig. 8.^a

l.¹, Carniolas y margas triásicas.—l.², Dolomías triásicas.—j, Conglomerados jurásicos.—j'. Calizas jurásicas.—m, Moladas y conglomerados miocenos.—E, Espilita.—F, Falla

la margen derecha del río Alhama, frente al Baño Nuevo, da idea de cómo aparecen dispuestas las formaciones triásica, jurá-

sica y miocena en este extremo de la provincia. En dicho perfil se representan también dos zonas de espilita que se asocian aquí a los materiales del Triás.

La asociación que se observa en la orilla derecha del Alhama, de las calizas triásicas con la espilita, continúa asimismo en la vertiente izquierda, pues en los llantos que se extienden al NO. de los baños de Fitero, en dirección a Grávalos, se ven a menudo cantos sueltos de esta roca, entre otros más abundantes de carniolas y dolomías.

SISTEMA JURÁSICO

(TERRENOS LIÁSICO Y JURÁSICO)

De conformidad con el criterio seguido por la mayoría de los geólogos modernos, la Comisión encargada de la formación del Mapa geológico de España adoptó el acuerdo de considerar el terreno liásico como independiente del jurásico, e indicarlo, por lo tanto, con un signo distinto del de éste, siempre que fuera factible su deslinde. No tuve olvidado este acuerdo al efectuar los trabajos para el trazado del adjunto mapa de Navarra; mas he de advertir que la semejanza que en su composición mineralógica muestran ambos terrenos dentro de esta provincia, y además su concordancia estratigráfica, al menos aparente, dificultan el marcar su línea divisoria, aun cuando sólo fuera con una aproximación aceptable; razón por la cual en el referido mapa no aparece hecha otra distinción que la de haber señalado con el signo correspondiente al Lias algunas de las localidades donde éste predomina o es el exclusivo en la constitución del suelo. Por otra parte, la frecuencia, y aun pudiera decirse la constancia, con que dichos terrenos se manifiestan juntos, representados por alguno o algunos de sus tramos, dondequiera que asoman a la superficie, impone la necesidad, a menos de incurrir en frecuentes repeticiones,

de tratar de ellos simultáneamente, y esto, en realidad, equivale a considerarlos incluidos en un mismo sistema. Así, pues, para mayor facilidad en la exposición, seguiré considerando el sistema jurásico, con su significación y alcance primitivos, a reserva de hacer notar, cuando llegue el caso, los distintos horizontes que las indicaciones paleontológicas acusan en los depósitos de dicho sistema existentes en el territorio navarro.

Según demuestran los datos numéricos que en otro lugar quedan ya consignados, no es relativamente de gran importancia el área que aquí ocupan los terrenos jurásicos, la cual integran principalmente varias fajas de muy distinta longitud, y cuya anchura pocas veces excede de un kilómetro, orientadas casi todas en dirección de Poniente a Levante, con muy ligeras desviaciones y repartidas con desigualdad en la región montañosa del NO., unas en la vertiente al Cantábrico y otras en la vertiente al Ebro. Las rocas jurásicas se ven también al descubierto, junto al lindero SO. de la provincia, formando el remate de una faja de terreno de dicha edad, que se extiende por las vecinas comarcas logroñesas y viene a terminar por Levante dentro de Navarra, en las inmediaciones de los Baños de Fitero.

Calizas de textura generalmente compacta, ya marmóreas y aun con la apariencia de litográficas, ya más frecuentemente arcillosas con tránsitos a verdaderas margas, con las rocas que intervienen esencialmente en la composición de los terrenos jurásicos de Navarra. En ellas predominan muy marcadamente la coloración gris más o menos oscura, que a veces llega a ser casi negra; y sus estratos, que de ordinario se muestran bien reglados, suelen ser de poco espesor, carácter que se acentúa sobre todo en los margosos, los cuales adquieren a menudo una estructura tabular y hasta pizarreña. Subordinados a las calizas y margas, y constituyendo en cierto modo una excepción en la petrografía de estos terrenos, suelen además verse en algunas localidades, materiales de origen detrítico, cuales son arcillas más o menos sabulosas, areniscas y hasta conglomerados, con aspecto de pudingas.

De las varias fajas en que aparece representada la formación jurásica en el territorio navarro, la que mayor longitud alcanza es una procedente de Guipúzcoa, que cruza el confín provincial á Poniente de Areso, pasa del término de este pueblo al de Leiza y se extiende seguidamente a lo largo de la vertiente izquierda de la cuenca del Bidasoa, con dirección hacia Levante, hasta más allá de Almandoz. Dicha faja hace su entrada en Navarra con un suelo pedregoso, en el cual se señala la serie de afloramientos de sus capas, inclinadas con gran pendiente hacia al tercer cuadrante, entre las calizas aptenses de las laderas que dominan por el Sur el referido pueblo de Leiza, y las carniolas triásicas que asoman al Norte del mismo. Estréchase luego notablemente, y con igual arrumbamiento y sirviendo también de base a los estratos infracretáceos, se ven aflorar los jurásicos en la espaciosa escarpadura que encauza por la margen derecha del riachuelo de Ezcurra, frente al lugar de este nombre, en la cual escarpadura se reconocen desde luego los efectos de la falla del Bidasoa. Con análoga disposición se los encuentra más a Levante, junto a Erasun y Saldias, cortados igualmente por la mencionada falla, que aquí ha puesto al descubierto por bajo de ellos, en espacios de relativa importancia, los materiales del Trías. Recobra anchura la faja jurásica en su continuación a través del término de Beinza-Labayen cuyos dos barrios se hallan situados en su borde septentrional, y adquiere todavía alguna mayor amplitud en las estribaciones de la sierra de Ulzama, por encima de los barrios de Donamaría, donde se manifiestan también las rocas de dicha edad en la loma de Igunsoro, en el barranco de Arano y en las cuestras de Berrau, Bidacheco, etc. Coincidiendo con este, ensanche de la faja jurásica, nótase en aquellos parajes diversidad en el arrumbamiento de sus estratos, pues mientras que en lo alto de Igunsoro se las ve con inclinación meridional, apoyados sobre los materiales triásicos que se descubren junto al barrio de Igurín, en el barranco de Arano se las encuentra en posición casi vertical, y ya más al Sur, en la subida a la sierra de Ulzama, llegan en algún sitio hasta a invertir su buzamiento, apareciendo anormalmente

sobrepuestos a las rocas aptenses que aquí también afloran.

De la disposición en que se hallan las rocas jurásicas respecto de las triásicas e infracretáceas en el paraje últimamente mencionada, da idea la figura 7.^a, inserta en la pág. 42.

Desde el término de Donamaria, la antedicha faja continúa todavía sin perder su dirección a Levante, y, reducida considerablemente en su anchura, salva por el collado de Azpilluz la línea de cumbres de los montes de Legasa para descender a la espaciosa barranca de Ceberia, la cual atraviesa junto a los caseríos de Ubacheta y Errecuch, señalando su paso en las dos vertientes de esta hondonada una serie de asomos en que los estratos jurásicos se muestran muy inclinados, y aun casi verticales, con buzamiento al tercer cuadrante, de igual modo que los triásicos y los infracretáceos en medio de los cuales se encuentran interpuestos.

Con más amplio desarrollo superficial y diversamente arrumbados, se extienden a continuación sus estratos dentro de la cuenca del río Marín, a lo largo de la cual se descubren a trechos en las escarpas y laderas de ambas márgenes, desde poco más abajo del puente de Almandoz hasta las inmediaciones del caserío de Larrañaga. Limitan por Norte y Sur el ancho de la faja en esta sección de su trayecto dos fallas, ya mencionadas antes de ahora, dirigidas próximamente de E. NE. a O. SO. Es una de ellas la que he denominado falla del Bidasoa, y sus efectos se manifiestan aquí haciendo confrontar anormalmente las capas jurásicas con las cretáceas, ya directamente, como se observa junto al antedicho caserío de Larrañaga, ya con intermedio de un estrecho asomo de carniolas triásicas, a que se asocia un afloramiento ofítico, según se observa, cerca de la borda de Gortaria. La otra falla es la que, pasando por el collado de Sifalepo, encima de Almandoz, pone en contacto anormal las rocas de aquella misma edad con calizas y margas triásicas en la cuesta de Larrabelz, y con estas mismas rocas, juntamente con una masa de ofitas entre dicho pueblo y el de Berroeta.

En algunos parajes del término de Almandoz las margas pre-

ponderan sobre las calizas, que intervienen con ellas en la constitución del suelo jurásico. Son de color oscuro, y ofrecen textura pizarrea con rugosidades en sus lisos y caras de exfoliación, cual si hubieran estado sometidas a fuertes presiones laterales. La continua socava que la corriente del río Marín efectúa en estas rocas, a lo largo de su margen izquierda agua abajo de dicho pueblo, ha originado más de una vez en las vecinas laderas de Abraico e Idoyeta resbalamientos de grandes masas de terreno, ocurridas en fechas no muy lejanas, a juzgar por las señales que allí se observan. En las inmediaciones de Berroeta, y asimismo cerca de Almandoz, a las margas oscuras pizarreas suelen asociarse otras terrosas de color parduzco, en las que se intercalan lechos delgados de arenisca.

Tanto en los alrededores de Almandoz como en otros varios parajes de la misma faja jurásica, las calizas suelen adquirir una textura lamelar o sacaroidea, y truecan su color ordinariamente gris oscuro, por el blanco y el blanco rosado, apareciendo con los caracteres de un verdadero mármol. Esta variedad se manifiesta principalmente en una zona de varios metros de espesor, correspondiente a un horizonte determinado dentro de la serie jurásica. Gruesos bancos de caliza marmórea afloran en lo alto de la loma de Paramendi, que encauza por la izquierda al río Marín, y allí se reconocen vestigios de labores efectuadas en época no remota para el aprovechamiento de estos materiales. En la falda septentrional de la sierra de Ulzama, por encima de Donamaria y de Urroz, vuelven a manifestarse los afloramientos de esa misma variedad de caliza, los cuales se prolongan sin interrupción con rumbo al Oeste, pasando por Beinza-Labayen, donde representan un espesor considerable, y continuando hasta más allá del pueblo de Erasun, cerca del cual resaltan sus blancos crestones en la subida al puerto de Gorostola. No baja, por lo tanto, de diez kilómetros la longitud de la zona en que se manifiesta la variedad marmórea de la caliza jurásica, aparte de sus afloramientos en los alrededores de Almandoz.

Otro detalle que también debe aquí consignarse, observado

en las calizas jurásicas del monte Berrau, de Donamaría, es la presencia en estas rocas, a un nivel estratigráfico superior al de las hiladas de mármol, de cristales prismáticos y aciculares de couzeranita, no menos abundantes que lo son en las calizas triásicas de los alrededores de Estella, ya antes de ahora mencionadas. Como dicha especie mineral figura clasificada entre los silicatos a que se atribuye origen metamórfico, su yacimiento en las calizas mencionadas de una y otra edad debe ser tenido por indicio de acciones moleculares de este género, desarrolladas en el seno de las mismas.

Próximamente paralela a la gran faja jurásica a que se refieren los datos expuestos en los párrafos que anteceden, y separada de ella por una distancia que varía poco de dos kilómetros, se extiende otra de dimensiones más reducidas, la cual va siguiendo en algunos trechos la margen izquierda del Bidasoa, y coincide en otros con la vaguada de este río. Dicha segunda faja comienza, por el Oeste, en las laderas de Muita, al Sur de la villa de Santesteban, donde sus estratos, reducidos a un espesor total poco mayor de diez metros, asoman entre las margas del Keuper sobre las cuales se apoyan directamente, y las cretáceas a que dan apoyo. No lejos de este sitio, en dirección a Levante, muestran ya mayor desarrollo las rocas de aquella edad, a juzgar por la altura que representa la serie de sus afloramientos en los tajos de Muñagorri y de Santa Leocadia de Gaztelu. Desde aquí, sin perder notablemente de amplitud y conservando su dirección inicial, la faja jurásica se prolonga por la falda septentrional del monte Mococho, pasando al Sur y no lejos de Legasa, Narvarte y Oyaregui, y tocando en el barrio de Mugaire de Oronoz. Sigue después agua arriba el curso del Bidasoa, entre este último pueblo y el de Arroyoz, hondamente surcada por el cauce de dicho río, y a continuación, desviándose de él por la margen izquierda, va a terminar en las cercanías de Irurita, formando en su remate la base del monte Irular. Aparte de algunos trastornos de alcance meramente local, sus estratos dirigen casi invariablemente el buzamiento al tercer cuadrante, y, de igual modo que los de la faja anterior, se

ocultan por ese mismo rumbo bajo sedimentos del tramo aptense, excepto en las inmediaciones de Santesteban, donde, según hice ya notar, se les sobreponen directamente rocas cretáceas. Dichos estratos, a su vez, se apoyan constantemente sobre materiales triásicos, ya sean margas irisadas, como en la localidad últimamente mencionada, ya carniolas y calizas magne-sianas, como en Legasa, Narvarte, Oyaregui y Mugaire, ya areniscas y arcillas rojas, como entre Oronoz e Irurita.

Relacionado en profundidad con esta segunda faja jurásica debe hallarse, indudablemente, un pequeño afloramiento de rocas de la misma edad que se descubre en la margen y vertiente izquierda del barranco de Ceberia, dos kilómetros próximamente al Sur del barrio de Mugaire e inmediato al caserío de Barbenea. Sus capas aparecen muy levantadas con buzamiento septentrional, y la situación estratigráfica en que se encuentran induce a ver en ellas la prolongación, por bajo del macizo aptense de Mococho, de sus análogas del mismo horizonte, que asoman con buzamiento inverso en la falda Norte de esta altura, junto a Narvarte y Oyaregui. La presencia de rocas jurásicas en aquel paraje es resultado de una falla que allí se manifiesta paralela a la del Bidasoa, siguiendo la dirección del arroyo Recalde, afluente del Goldaburu dentro del mencionado barranco de Ceberia; la cual falla ha puesto al descubierto en su lado septentrional, no solamente dichas rocas jurásicas sino también las carniolas del horizonte superior del Trías, determinando a la vez el contacto anormal de unas y otras con los estratos cretáceos, que al lado Sur quedan cortados. Más que por su extensión, el afloramiento jurásico de Barbenea es singularmente notable, por haberse encontrado en él años atrás indicaciones de mineral de zinc de la especie smithsonita, cuyo hallazgo motivó algunas labores someras de reconocimiento.

Además de las fajas jurásicas que hasta aquí van mencionadas, los materiales de esta edad forman dentro de la cuenca del Bidasoa varias manchas de muy desigual magnitud, restos, sin duda, de depósitos originariamente más extensos. Una de ellas,

la más importante de todas, se encuentra al Sur de Ciga y de Irurita cubriendo una área que no baja de tres kilómetros cuadrados. El barranco de Artesiaga la cruza en dirección de SE. a NO., y dentro de él se ven sus estratos en las agrestes angosturas de Atremín, apoyados, con débil inclinación al cuarto cuadrante, sobre areniscas y arcillas triásicas. De esta mancha forman parte las masas de caliza que, arrumbadas con buzamiento inverso al de las anteriores, se destacan en la margen derecha del referido barranco, constituyendo los peñascales de Azporro, desde donde avanzan, hasta la cumbre del monte Ezcaldu, al Este de Garzain; y continuación de las mismas son las rocas de igual naturaleza que determinan en el lado opuesto del barranco el relieve del monte Idoyaga, recostadas por el lado Norte en las rocas triásicas de la vertiente septentrional del macizo de Sayoa.

En varios sitios a Levante de Elizondo, principalmente en los cerrillos que se alzan entre este pueblo y Garzaín, se ven apoyadas también sobre las calizas del Triás, y participando de sus mismas dislocaciones estratigráficas otras calizas de color agrisado dispuestas en estratos de poco grueso, las cuales, más bien que a esa formación, parecen corresponder a la jurásica, y como jurásicas, efectivamente, aparecen señaladas en el mapa adjunto.

Menos dubitable es la edad geológica de varios isleos de esa misma naturaleza que se ven esparcidos también sobre los materiales triásicos en la subida de Almandoz al puerto de Velate, pues sus caracteres mineralógicos concuerdan con los de otros yacimientos próximos, ya reconocidos como jurásicos. Más que por la extensión que alcanzan son de notar estos isleos porque de ellos se ha venido extrayendo, al menos hasta hace pocos años, gran parte de la piedra destinada a la conservación de la carretera que por allí pasa.

La meseta de Elordi, que se eleva al SO. de Almandoz, está formada por una serie de calizas jurásicas a que se asocian arcillas sabulosas con lechos de arenisca, y cuyos estratos, poco desviados de la posición horizontal, descansan sobre los triásicos que

asoman en todo el rededor de aquella altura. La disposición en que allí se encuentran los materiales de una y otra edad es la indicada en la figura 3.^a, inserta en la página 30, la cual representa un perfil geológico trazado desde Elordi hasta el barrio de Mu-gaire, siguiendo la divisoria entre los arroyos Marín y Goldaburu. El mismo perfil muestra también la disposición en que aparecen las rocas jurásicas de las dos fajas de esta edad que se extienden por los términos de Almandoz y de Oronoz, ambas ya mencionadas anteriormente.

Tanto por las circunstancias locales de sus respectivos yacimientos, como por ser relativamente pequeño el espesor que representa la serie de sus estratos, las distintas masas jurásicas que se descubren en las vertientes al Bidasoa influyen apenas en los detalles de la orografía de esta región, al contrario de lo que sucede en otros parajes del Pirineo navarro, donde se ven a los materiales de la misma edad destacarse en erguidas cimas, contribuyendo eficazmente a la formación de relieves de no escasa importancia. Evidentes muestras de ello se observan a lo largo de otra faja de terreno jurásico que, procedente también de Guipúzcoa, penetra en Navarra por los altos de Irumugarrieta, en la cumbre de Aralar, y avanza hasta el valle de Gulina, contiguo a los linderos de la cuenca de Pamplona. Desde Irumugarrieta, donde las rocas jurásicas alcanzan altitudes de más de 1.400 metros, la referida faja se dirige hacia el E. SE., señalándose su entrada en Navarra con una serie de crestones que resaltan en las abruptas vertientes de las Malloas al valle de Araiz. Desciende a continuación, sin perder su rumbo inicial, por las laderas septentrionales de la montaña de Aralar a los términos de Iribas y de Alli, donde ensancha notablemente en los rellanos sobre que asientan estos pueblos. Redúcese de nuevo su anchura en el trayecto que media desde Alli hasta Goldaraz, y cruza después el abarrancado cauce del río Larraun, por el estrecho de Lacaserna, en cuya orilla derecha afloran los estratos jurásicos, siguiendo aproximadamente la dirección de la máxima pendiente, al par que en el lado opuesto se destacan sus asomos en una larga fila de peñascos alineados.

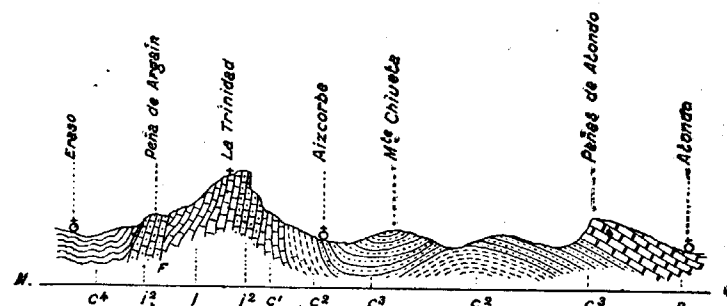
en sentido ascendente hasta la cima del monte de La Trinidad de Irurzun. Las rocas jurásicas continúan todavía visibles en las rápidas cuestas que desde aquí descienden por Levante al término de Aguinaga, ocultándose, por último, al pie del monte bajo los materiales cretáceos del mencionado valle de Gulina.

Señala los límites de esta faja, en toda la extensión de su lado septentrional, una falla, relacionada indudablemente con las dislocaciones estratigráficas que han determinado el levantamiento de la cordillera de Aralar. Por causa de ella se ven las calizas de las Malloas aparentemente sobrepuestas a las rocas albenses en las vertientes al valle de Araiz. Así también se observa en el término de Baraibar, y lo mismo se advierte en el de Iribas, donde son además de notar varios asomos poco extensos, pero bien distinguibles, de carñiolas y margas irisadas por bajo de las calizas jurásicas. Ya desde aquí hacia Levante las rocas de esta edad se encuentran a lo largo de la citada falla en contacto anormal con los materiales del tramo danés entre Alli y Muguero; con los eocenos que cubren a éstos entre Muguero y Urriza, con las aptenses de la Peña de Argain, cerca de Eraso, y nuevamente con las margas del danés entre Eraso y Aguinaga. En toda la extensión de la antedicha faja jurásica, los estratos se arrumban con buzamiento dirigido casi constantemente entre Sur y SO., aunque con pendiente muy variable, pues en las Malloas y en el monte de Iribas acusan a menudo inclinaciones que no pasan de 40°, mientras que en las cercanías de Muguero, en Goldaraz y en el monte de La Trinidad, los bancos de caliza se levantan a veces verticales, y hasta llegan a invertir el sentido del buzamiento, apareciendo entonces, por lo tanto, sobrepuestas anormalmente a las infracretáceas adyacentes.

El corte representado en la figura 9.^a indica la disposición en que se muestran las calizas jurásicas respecto de las aptenses en el sitio últimamente mencionado.

Menos extensa que la faja jurásica de Aralar, sin dejar por eso de influir visiblemente en la orografía del NO. de la provincia, es otra de igual edad que comienza por Poniente cerca del lugar de

Arriba, en el confín de los valles de Araiz y Larraun, atraviesa sucesivamente los términos de Gorriti y Huici, dentro de los que sus materiales comparten con los aptenses el relieve de la cordillera que se alza al Sur de esos pueblos, y el de su continuación

Fig. 9.^a

l. Calizas liásicas.—i². Calizas y margas aptenses.—c¹. Idem id. cenomanenses.—c². Idem id. turonenses.—c³. Margas senonenses.—c⁴. Calizas y arcillas pizarreas del tramo danés.—n. Calizas numuíticas.—F. Falla de Aralar.

hacia Levante por la izquierda del barranco de Santa Engracia; muéstrase todavía con no escaso desarrollo en el pico de Larrazguibel al Norte de Beruete, y desde aquí se dirige a lo largo de las estribaciones meridionales de los altos de Loyandi, pasando entre Arrarás e Igoa y perdiendo gradualmente de anchura, a extinguirse en el barranco de la ferrería de Oroquieta, junto a la hoya de Huagan. Desde Gorriti hasta más allá de la ermita de Santa Engracia, puede observarse su contacto con las carñiolas y margas triásicas, que en todo este trayecto afloran, y sobre las cuales se ven apoyadas las calizas jurásicas, con inclinación hacia el tercer cuadrante. Más adelante señalase en los estratos de esta misma edad un anticlinal, cuyas dos ramas se ocultan, respectivamente, por Norte y Sur bajo las rocas infracretáceas; pero ya en las cercanías de Beruete se descubren de nuevo las rocas triásicas, y sobre ellas se destacan las jurásicas del pico de Larrazguibel, arrumbadas con declive hacia el Norte; disposición que con ligeras variaciones conservan en su prolongación a través de los términos de Igoa y Arrarás. El camino que desde el pueblo de Gorriti conduce al de Azpiroz, atraviesa esta faja en sentido de su an-

chura, por un angosto hocino, en cuyas tajadas márgenes asoman calizas jurásicas, inclinadas en varios sitios más de 75°, y con el buzamiento dirigido al S. SO., de igual modo que las aptenses que el mismo hocino atraviesa.

Al N., y no lejos de Lecumberri, señálase un afloramiento jurásico que se prolonga hacia el Este por Echarri y Aldaz, llegando por este rumbo, sin solución de continuidad, hasta las cercanías de Beruete, y determinando así una faja cuyo ancho máximo excede poco de 300 metros, a la cual es aneja otra de carñiolas y margas triásicas, acompañadas de masas de ofita. La figura 6.^a, inserta en la página 38, representa la disposición en que se encuentran en los alrededores de Echarri los materiales de ambas edades, y los infracretáceos, a través de los cuales aparecen éstos en la superficie; disposición que persiste en todo el largo de la precitada faja jurásica, viéndose ya en su terminación, por ambos extremos, las margas albenses, apoyadas directamente sobre las rocas triásicas.

Con dimensiones mucho más reducidas, tanto en anchura como en longitud, se manifiesta otro afloramiento jurásico en la vertiente meridional del monte Iturrondo al Norte de Jaunsarás, donde, por bajo de las calizas aptenses que forman la cumbre, se descubren las de aquella edad, sobrepuestas a carñiolas que allí aparecen en contacto anticlinal, y evidentemente anormal con los estratos albenses de la cuesta de Aoz-co-malda.

Asomos de rocas jurásicas no tan importantes como los anteriores se observan también en algunos sitios de la sierra de Uzama. Entre las margas triásicas que se descubren en el monte Urquizu, al NE. de Alcoz, y las areniscas de la base del tramo aptense, afloran unas hiladas de calizas de color gris oscuro con restos de belemnitas, circunstancias que no dejan lugar a duda respecto de su edad. Al Sur de Urroz y de Beinza-Labayen se descubre también entre el alto de Monzorroz y la vecina cumbre de la cordillera una fajita jurásica, relacionada indudablemente en profundidad con la de igual edad sobre que asienta este último pueblo y constituida asimismo por calizas grises con cou-

zeranita, calizas marmóreas y margas pizarreñas oscuras. La disposición en que aquí yacen los estratos jurásicos induce a ver en este asomo, que es poco más ancho de 300 metros, el trasdós de un anticlinal cuyas dos ramas se ocultan, respectivamente, por el Norte y por el Sur, bajo las masas infracretáceas de las alturas antedichas. A Poniente, y no lejos de este paraje, vuelven a asomar todavía las rocas jurásicas en condiciones análogas, pero en un espacio más reducido, formando los breñales de Mocerro-Armala, dentro del término de Saldías.

Falta todavía, para completar la reseña de los terrenos jurásicos de Navarra, hacer mención de la faja de esta edad que, procedente del suelo riojano, penetra en dicha provincia, traspasando sus lindes por junto a los Baños de Fitero. Tiene esta faja una constitución petrográfica algo distinta de todas las que van mencionadas hasta ahora. Las calizas de color gris azulado y más o menos arcillosas, que son también en ella el elemento predominante, se encuentran sobrepuestas a unos conglomerados de gujarros menudos de cuarzo con cemento calcáreo, cuyos bancos suman en total cerca de 70 metros de espesor. La asociación en la misma formación geológica de materiales de tan diferente naturaleza se evidencia por el hecho de que las calizas, en sus hiladas inferiores, suelen contener almendrillas de cuarzo, además de que en algún sitio se las ve alternar con los conglomerados. Sirven de base al referido conjunto de estratos las carñiolas y margas triásicas puestas al descubierto por la falla de que ya en otro lugar queda hecha referencia, y que aparece indicada en la figura 8.^a El río Alhama surca los materiales jurásicos con dirección de Poniente a Levante, corriendo sobre ellos en suelo navarro un trayecto no mayor de medio kilómetro. Los estratos calizos, levantados con gran inclinación al S. SO., se señalan en varios altozanos, junto al lindero provincial, y los conglomerados se destacan a considerable altura sobre la orilla derecha del río en el cerro de la Peña del Saco, mientras que en la margen opuesta resaltan vistosamente los bancos de estas mismas rocas en la ingente mole de la Peña del Baño, dentro de la cual

se hallan excavadas las galerías de alumbramiento de los manantiales termales que se utilizan en los dos balnearios allí existentes.

Respecto a cuáles de los distintos horizontes estratigráficos que los geólogos consideran en la serie jurásica deben ser referidos los depósitos de esta edad observados en Navarra, puede aducirse el dato de que en la lista que a continuación se inserta de los fósiles de esa edad reconocidos en la región NO. de la provincia, figuran especies de todos los tramos que se suceden en orden ascendente desde el sinemuriense o Lías inferior hasta el oxfordiense, ambos inclusive. Es de advertir, sin embargo, que aun cuando en la mayoría de los depósitos de que se trata no dejan de encontrarse restos de seres orgánicos en estado que permite su determinación sistemática, no son éstos, por lo regular, en crecido número, ni se hallan tampoco bastante repartidos para poderse distinguir sobre el terreno la línea de separación de los diferentes tramos que caracterizan. Con todo, no es difícil formar una idea aproximada de la distribución de los distintos tramos jurásicos en la región montañosa del NO. de la provincia, teniendo en cuenta la lista adjunta, en la cual, al lado de las especies que en ella se mencionan, se hace constar las localidades donde han sido encontradas y el horizonte geológico a que cada cual corresponde.

FÓSILES DE LOS TERRENOS LIÁSICO Y JURÁSICO DE NAVARRA

NOMBRES SISTEMÁTICOS	TRAMOS GEOLOGICOS	LOCALIDADES
<i>Egóceras Charmassei</i> , d'Orb. sp.	Sinemuriense...	Alli.—Mugaire.
<i>Arietites Conybeari</i> , Sow. sp.	Idem.	Alli.
— <i>bisulcatus</i> , Wright.	Idem.	Gorriti.
<i>Amalteus margaritatus</i> , d'Orb. sp.	Charmoutiense.	Oronoz.—Mugaire.
<i>Egóceras planicostatum</i> , Brug. sp.	Idem.	Entre Oronoz y Arrayoz.
<i>Caelóceras Holandrei</i> , d'Orb. sp.	Toarciense.	Las Malloas de Baraibar Arrarás.
<i>Harpóceras thouarsense</i> , d'Orb. sp.	Idem.	Entre Oronoz y Bertiz.— Monte de la Trinidad de Irurzun.
— <i>primordiale</i> , d'Orb. sp.	Idem.	Entre Oronoz y Bertiz.— Monte de la Trinidad de Irurzun.
— <i>striatulum</i> , Sow. sp.	Idem.	Las Malloas de Baraibar.
— <i>insigne</i> , Schubl. sp.	Idem.	Monte Idoyaga de Ciga.
<i>Stephanóceras commune</i> , Sow. sp.	Idem.	Mugaire.—Legasa.
<i>Hildóceras bifrons</i> , Sow. sp.	Idem.	Monte Elordi de Almandoz.—Monte Idoyaga de Ciga.
<i>Stephanóceras Brongniarti</i> , Sow. sp.	Bayocense.	Monte Elordi de Almandoz.
— <i>Humphresianum</i> , Sow. sp.	Idem.	Igoa.
<i>Spheróceras Gervillii</i> , Sow. sp.	Idem.	Monte Mococho de Legasa.—Arrarás.—Leiza Arrarás.—Iribas.—Iribas.
<i>Oppella subradiata</i> , Sow. sp.	Idem.	Arrarás.—Cumbre de la Trinidad de Irurzun.
<i>Perisphintes Martinsi</i> , d'Orb. sp.	Idem.	Las Malloas de Baraibar.
<i>Haplóceras ooliticus</i> , d'Orb. sp.	Idem.	Entre Iribas y Baraibar.
<i>Perisphintes procerus</i> , Seebach. sp.	Batoniense.	Tajos de Santa Leocadia de Gaztelu.
<i>Stephanóceras Lamberti</i> , Sow. sp.	Oxfordiense.	Idem.
<i>Lyóceras canaliculatum</i> , Munster. sp.	Idem.	Iribas.
<i>Perisphintes plicatilis</i> , Sow. sp.	Idem.	Iribas.
<i>Belemnites compressus</i> , Schlot.	Charmoutiense.	Mugaire.—Erasun.
— <i>acuarius</i> , Schlot.	Idem.	Berroeta.—Legasa.
— <i>canaliculatus</i> , Schlot.	Toarciense.	Almandoz.—Aldaz.
<i>Pholadomia idoea</i> , d'Orb.	Charmoutiense.	Entre Oronoz y Arrayoz.
<i>Pleuromia donaciformis</i> , Philip.	Idem.	Mugaire.
<i>Possidonomia Bronni</i> , Voltz.	Toarciense.	Entre Hulci y Beruete.—Almandoz.—Mugaire.—Mugaire.—Oronoz.—Beruete.—Aldaz.—Bertiz.—Almandoz.—Montes de la Trinidad de Irurzun e Iturriburu de Jaunsarás.
<i>Pecten æquivalvis</i> , Sow.	Charmoutiense.	Cerca del manadero de Aitazarrieta de Iribas.
<i>Ostrea gregaria</i> , Sow.	Oxfordiense.	Subida de Aguinaga al Monte de la Trinidad.
<i>Spiriferina pinguis</i> , Zieten.	Charmoutiense.	Mugaire.—Iribas.—Monte Idoyaga de Ciga e Iturriburu de Jaunsarás.
<i>Rhynchonella meridionalis</i> , Buch.	Idem.	Arrarás.
— <i>plicatella</i> , Sow.	Bayocense.	Arrarás.

El examen de los datos que en este cuadro constan hace ver, de conformidad con lo que la observación demuestra, que la formación liásica es la predominante entre todas las que en él se citan, y además que los tramos medio o charmoutiense y superior o toarciense de esta formación son los más extendidos en el Pirineo navarro. Los alrededores de Oronoz, Mugaire, Almandoz y Berroeta, en el valle de Baztán, las cuevas inmediatas al pueblo de Iribas, el vallejo de Santa Engracia entre Huici y Beruete, el Pico de Larrazguibel y la vertiente septentrional del monte de La Trinidad, son las localidades donde los dos dichos tramos se muestran mejor caracterizados y adquieren mayor desarrollo superficial. En cuanto al Lías inferior o tramo sinemuriense, si bien las indicaciones paleontológicas le atribuyen representación en Mugaire, en Gorriti y en Alli, únicamente en esta última localidad parece tener relativa importancia. Al terreno liásico deben también ser referidas, al menos en parte, las calizas que, apoyadas sobre las carñiolas triásicas, asoman en los alrededores de Leiza, una vez que las circunstancias topográficas y estratigráficas en que se encuentran hacen ver en ellas la prolongación de las de esa misma edad observadas ya en la vecina comarca guipuzcoana. El tramo bayocense es, después de los charmoutiense y toarciense, el que aparece más extendido en el terreno jurásico de Navarra, a juzgar por el número de localidades donde se han encontrado fósiles correspondientes a dicho horizonte. El batoniense se señala al NO. de Iribas, y, por último, calizas exfordienses afloran bajo las rocas aptenses que coronan los tajos de Santa Leocadia de Gaztelu, y se manifiestan además en las inmediaciones del manadero de Aitazarrieta, sirviendo de base a los sedimentos vealdenses que allí se muestran al descubierto.

La falta de datos paleontológicos, referentes en particular a las hiladas de caliza marmórea, hace difícil determinar el horizonte estratigráfico a que corresponden dentro de la serie de que forman parte. Puede, sin embargo, consignarse el hecho de que los bancos de mármol explotados en las canteras de Paramendi, de

Almandoz, afloran en un nivel superior al de las margas con fósiles liásicos de las laderas de Idoyeta.

En el cuadro preinserto no se hace mención de la faja jurásica del término de Fitero, por no ser conocido dato alguno paleontológico referente a este depósito. Puede, no obstante, juzgarse de su edad geológica teniendo en cuenta la semejanza de su composición petrográfica con la de los suelos de esa edad de la vecina comarca de Agreda, en la provincia de Soria, donde a las calizas bayocenses, con caracteres muy parecidos a los de Fitero, se asocian también conglomerados cuarzosos iguales á los de la Peña del Baño.

El espesor que representa el sistema jurásico en el suelo navarro varía muy notablemente de unas localidades a otras. En términos generales puede decirse que va decreciendo a partir de los confines de Guipúzcoa en dirección a Levante. El máximo se observa en las vertientes de la cordillera de Aralar, donde no baja de 300 metros; poco menor es el que acusa la faja de Leiza a su entrada en Navarra y excede de 150 el que se descubre en las inmediaciones de Erasun. En cambio no pasa de 40 metros en la base del cerro Irular de Irurita, siendo todavía inferior a esta cifra en las cercanías de Igoa y en el monte Urquizu de la sierra de Ulzama.

SISTEMA INFRACRETÁCEO

Dentro de los confines de Navarra los terrenos infracretáceos ocupan espacios de no poca importancia en la serie de cordilleras cuyas cumbres, alineadas próximamente en dirección de E. a O., marcan la divisoria entre las cuencas del Bidasoa y del Ebro, desde el monte Sayoa hasta los altos de Aralar. El área que con un perímetro muy irregular abarcan aquí dichos terrenos, salvas algunas interrupciones que dejan en descubierto rocas de más antigua edad, tiene su límite extremo por Po-

niente en los linderos de Guipúzcoa; por Levante, junto a la villa de Lanz; por el Sur, en la vertiente izquierda del valle de Araquil, y por el Norte, en la del mismo lado del Bidasoa, comprendiendo así una superficie más considerable en el lado meridional que en el septentrional de la mencionada divisoria. Sedimentos de la época infracretácea se muestran asimismo al descubierto, pero con extensión relativamente exigua, en algún sitio de la región NE. de la provincia.

No todos los tramos que los geólogos admiten en la serie infracretácea tienen representación en el suelo navarro. La generalidad, al menos, de los autores que expresa o incidentalmente se han ocupado de la geología de los Pirineos occidentales dan por cierta la falta del tramo neocomiense en esta sección de la cordillera, y tal afirmación la considero aplicable también al Pirineo navarro, aunque solamente en cuanto se refiere a depósitos de origen marino; pues, ya antes de ahora (1), hice constar la existencia en el mismo, aun cuando sea en pequeña escala, de sedimentos de origen lacustre, los cuales he referido a la formación vealdense. Aparte de esto, entre los fósiles que han podido determinarse de los encontrados en los demás terrenos infracretáceos de Navarra, hay algunos característicos del tramo albense; otros, que son los más, corresponden al aptense, y los hay también de los que suelen ser mencionados como urgo-aptenses, sin que en los ejemplares examinados figure especie alguna de las tenidas por exclusivamente urgonianas. Este resultado induce a suponer extensiva al suelo navarro la aserción de M. Carez referente a la falta de depósitos de dicha última edad en la vertiente francesa de los Pirineos occidentales (2). Así, pues, consideraré en el sistema infracretáceo de Navarra tres distintos tramos, comprendiendo en uno de ellos toda la serie de estratos cuya sedimentación fué posterior a la de los vealdenses, y anterior a la de los reconocidos como indudable-

(1) «La formación vealdense en el Pirineo navarro.»—(*Boletín del Instituto Geológico*, tomo XXXVI, 2.ª serie.)

(2) *La géologie des Pyrénées françaises*, fascicule I, pag. 272.

mente albenses; a la cual serie aplicaré desde luego la denominación de aptense, pues que tal denominación concuerda en el caso actual con las indicaciones paleontológicas más bien que la de urgo-aptense.

De igual modo que sucede en otras provincias de España, son muy abundantes los restos de orbitolinas en los sedimentos marinos del sistema infracretáceo de Navarra, tanto en los de naturaleza sabulosa, como en los calizos y en los arcillosos. Mas es de notar que la ambigüedad que a menudo ofrece la clasificación específica de dichos foraminíferos, por causa del mal estado de conservación en que se les suele encontrar, y, por otra parte, la dualidad que en cuanto al nivel geológico de su yacimiento se atribuye a ciertas especies del mismo género, alguna de las cuales pasó de la época infracretácea a la cretácea, son circunstancias que aminoran notablemente su valor como argumento estratigráfico. Habido esto en cuenta, para el reconocimiento y deslinde de los terrenos infracretáceos de Navarra he procurado atenerme en lo posible a otras indicaciones paleontológicas distintas, que si bien mucho menos frecuentes y repetidas, son, en cambio, más decisivas y concluyentes.

TRAMO NEOCOMIENSE

Sobre las calizas jurásicas de la faja de esta edad que desde el confín de Guipúzcoa, en las cumbres de Irumugarrieta, se extiende hacia Levante por la vertiente septentrional de la cordillera de Aralar, se apoya una serie de estratos, en su mayor parte de naturaleza detrítica, los cuales muestran una notable semejanza con otros de igual naturaleza, reconocidos como vealdenses, de las provincias de Soria (1), Logroño (2) y Santander (3). Esta

(1) *Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria*, por D. Pedro Palacios, 1918.

(2) *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Logroño*, por D. Rafael Sánchez Lozano, 1918.

(3) «Datos para la geología de la provincia de Santander», por los ingenieros S. S. Puig y Sánchez Lozano.—(*Boletín de la Comisión del Mapa geológico*, tomo XV, 1.ª serie.)

semejanza no se concreta exclusivamente a los caracteres mineralógicos, sino que alcanza además al paleontológico. Natural es, pues, atribuir a tales sedimentos un origen lacustre, o al menos fluviomarino, y considerarlos por lo tanto, dada su situación estratigráfica, como representantes asimismo de la formación vealdense, o quizá de la de Purbeck, si contra la autorizada opinión de Dunker (1), Struckmann (2) y otros varios geólogos se admitiera la independencia entre esas dos formaciones. Teniendo, sin embargo, en cuenta las razones que decidieron a considerar vealdenses los referidos sedimentos observados en las tres provincias castellanas citadas, supondré igualmente vealdenses sus análogos del Pirineo navarro, una vez que la falta en esta región de los tramos jurásicos superiores, parece indicar también aquí una relación más directa de los sedimentos en cuestión con la serie infracretácea que con la jurásica.

Afloran éstos a lo largo de otra faja que desde lo alto de las Malloas avanza hacia Levante hasta el término de Goldaraz, interpuesta entre las calizas jurásicas poco ha mencionadas y las hilledas aptenses, que se van sucediendo hasta la cumbre de la cordillera. Dicha faja vealdense muestra su mayor anchura, sin exceder de 300 metros, cerca de la imponente escarpadura a cuyo pie brota el manantial de Aitazarreta, al Oeste de Iribas, donde, por otra parte, las condiciones especiales de localidad la hacen más accesible a la observación directa que en todo el resto de su longitud.

La serie de rocas que en el paraje mencionado se suceden en orden ascendente, a contar desde las capas jurásicas, sobre las cuales se apoyan sin discordancia al menos apreciable, es la que sigue:

1.º Areniscas arcillosas, micáferas, más o menos deleznales, entre las que se intercalan algunos lechos de otras silíceas y de estructura tabular, sumando en total un espesor de cerca de 15

(1) *Monographie der Norddeutschen Wealdenbildungen*, 1846.

(2) *Die Wealdenbildungen der Umgebung von Hannover*, 1880.

metros, y notables todas por la viveza insólita de sus colores rojo de ladrillo y de heces de vino con manchas verdosas.

2.º Calizas brechiformes con drusas de espato e indicios de pequeños gasterópodos y alternadas con areniscas, semejantes a las del número anterior.

3.º Areniscas arcillosas de grano grueso, y de color rojo dominante, a las que se asocian capas delgadas de caliza y otras más frecuentes de margas negruzcas que contienen vaciados de *Vivipara* y restos de una especie de *Corbula* parecida a la *C. sulcosa* A. Rmr. de los depósitos vealdenses de los alrededores de Hannover (1). En las areniscas suelen encontrarse también otros restos de Lamelibranquios en no buen estado de conservación, pero que, a juzgar por su configuración y tamaño, pudieran quizá referirse al género *Unio*.

4.º Pizarras arcillosas de color gris oscuro, conteniendo en abundancia restos de la misma especie de *Corbula* ya mencionada. A estas pizarras que representan el término superior de la serie se sobreponen bancos de caliza con *Requienias* y *Orbitolinas* del tramo aptense que taja la escarpadura de Aitazarreta.

Los precitados sedimentos vealdenses aparecen arrumbados con inclinaciones que no exceden de 45°, y con buzamiento dirigido al tercer cuadrante, como los jurásicos y los aptenses en medio de los cuales se encuentran intercalados. El espesor que en total componen no baja de 130 metros.

Al Oeste del manadero de Aitazarreta, en los pasturajes que se extienden a uno y otro lado de la charca de Unucoputzu, junto a las cumbres de Aralar, hasta el confín guipuzcoano, se ven al descubierto en algunos espacios bajo el manto de tierra vegetal las rocas del subsuelo, reconociéndose desde luego la continuación de la misma faja vealdense por la asociación que también aquí se observa de areniscas arcillosas micáferas y pizarras negruzcas fosilíferas con los mismos caracteres que las anteriormente mencionadas. A juzgar por el arrumbamiento que muestran en sus

(1) Struckmann, loc. cit.

asomos, dichas rocas se apoyan, conservando su buzamiento al SO. sobre las calizas jurásicas, cuyos crestones resaltan en las abruptas vertientes de las Malloas al vecino valle de Araiz.

También a Levante del manadero citado aparece manifiesta en diferentes parajes la continuidad por este rumbo de los estratos vealdenses. Siguiendo el camino que conduce de Lecumberri a Astiz, y a poco de atravesar la faja jurásica, ya varias veces mencionada, se ven asomar en un cierto espacio areniscas delez-nables de colores blanco y rojizo, asociadas con margas más vivamente coloradas, y cerca de ellas una caliza en que se encuentran aglomeradas valvas de un lamelibranquio, correspondiente, según todas las apariencias, al género *Unio*.

Tres kilómetros al SE. de este sitio, dentro del término de Goldaraz, la faja vealdense decrece ya notablemente en anchura. No lejos del pueblo, en la subida al monte Icazarreta, aflora entre margas negruzcas de dicha edad un estrato de 40 centímetros de espesor, formado por la aglomeración de conchas de *Potamides*, en las cuales se advierte un notable parecido con las de *P. carbonarius*, Roem, del terreno vealdense de Hannover (1). Tanto las capas jurásicas como las infracretáceas, aparecen aquí muy dislocadas y hasta con el buzamiento invertido, en lo cual se reconoce la influencia de la falla, que ha trastornado la normalidad estratigráfica a lo largo de las vertientes septentrionales de la cordillera de Aralar.

Se ve por lo que antecede que la participación del terreno vealdense en la constitución geológica del suelo navarro es en realidad de escasa importancia; mas no por ello dejan de ofrecer interés las manifestaciones del mismo observadas en esta sección del Pirineo por las consideraciones que sugieren respecto a la extensión que debieron de abarcar en el Norte de España las cuencas o esteros donde se depositaron sedimentos correspondientes a dicho terreno, los cuales, según al principio hice notar, ocupan grandes espacios en las provincias de Santander, Soria y Logroño.

(1) Zittel: *Traité de Paléontologie*, vol. II, primera parte, pág. 238.

TRAMO APTENSE

Dentro del área en que se hallan comprendidas las formaciones infracretáceas de la región montañosa del NO. de Navarra señálanse las rocas del tramo aptense en varias fajas de desigual longitud y de muy variada anchura, orientadas casi todas con dirección aproximada de Este a Oeste, y alcanzando alguna de ellas grandes altitudes en la divisoria de aguas vertientes al Mediterráneo y al Cantábrico. Sus estratos se apoyan indistintamente y sin gran discordancia, ya sobre las calizas jurásicas, ya sobre las triásicas, y únicamente en las caídas septentrionales de la cumbre de Aralar se las encuentra yacentes sobre sedimentos vealdenses. A su vez, los estratos aptenses sirven de base en unos sitios a los albenses, mientras que en otros llegan a ponerse en contacto con los cretáceos, sean cenomanenses o turonenses.

Constituyen esencialmente este tramo calizas compactas de color gris oscuro, alternantes casi siempre con margas de color también oscuro y asociadas a veces con areniscas generalmente arcillosas y de grano menudo. Las calizas son el elemento que en él predomina, y sus bancos, que, por lo regular, se encuentran muy trastornados, afloran con grandes y escuetos crestones, contribuyendo así a la escabrosidad que caracteriza a los suelos aptenses en el Pirineo navarro.

Una de las antedichas fajas, no tan interesante por su dimensión como por las especiales circunstancias que en ella concurren, se extiende junto a la margen izquierda del Bidasoa, paralelamente al curso de este río, desde las inmediaciones de Iruñeta hasta los tajos de Muñagorri, cerca de Santesteban. La serie de estratos que la constituyen muestra su máximo desarrollo tanto en espesor como en superficie hacia el promedio de dicho trayecto en los alrededores del barrio de Mugaire. Sobrepuestas a las rocas jurásicas, y arrumbadas, como ellas, con buzamiento al segundo cuadrante, se ven en dicha localidad formando la base de la referida serie unas areniscas friables amarillentas cuyos

bancos componen en total un espesor de más de 18 metros, incluso algunas capas de caliza arcillosa que entre los mismos se intercalan. El resto de la serie lo forman calizas compactas, a las que acompañan hiladas margosas, y cuyos asomos se reconocen en los riscos que erizan la falda del vecino monte Oportegui y la altura de Mocerro. Las margas presentan a menudo aspecto de carbonosas, y aun indicios evidentes de lignito en algún sitio.

Cerca de Mugaire, suelen verse esparcidos con relativa abundancia en los suelos de arenisca trozos y cristales más o menos incompletos de cuarzo hialino, que, a juzgar por el estado en que conservan sus aristas y cúspides, deben proceder de la disgregación de drusas o filones contenidos originariamente en los bancos de dicha roca (1).

Un kilómetro al Sur de esta misma localidad, a lo largo del barranco de Ceberia, los estratos infracretáceos invierten su buzamiento hacia el NO., dando así lugar a que, bajo las calizas y margas, reaparezcan las areniscas de la base, en contacto ya con las rocas liásicas que se descubren junto al caserío de Barbenea.

La edad geológica de los antedichos estratos infracretáceos se halla determinada por las siguientes especies fósiles encontradas en ellos: *Nerinea Utrillasi*, Coq.; *N. Archimedi*, d'Orb.; *Globiconcha utriculus*, Coq.; *Vicarya helvetica*, Pictet; *V. Lujani*, Vern.; *Trigonia Archiaciana*, Pictet et Camp; *Ostrea rectangularis*, Roem.; y *Rhynchonella lata*, d'Orb., De estas especies, las dos últimas han sido observadas en las calizas, y las demás exclusivamente en las margas carbonosas. Las calizas contienen además con gran profusión en algunas de sus capas señales de

(1) Estos cristales muestran una forma algo más compleja que la que se ve ordinariamente en los de la misma especie mineralógica, pues además de las caras del prisma y de las del apuntamiento birromboédrico, presentan en el encuentro de unas y otras varias facetas correspondientes a distintos romboedros de las zonas $e^2 p$ y $e^2 e \frac{1}{2}$. Es además de notar en dichos cristales el exíguo desarrollo que alcanzan las caras del romboedro inverso $e \frac{1}{2}$, comparado con el de las del romboedro p .

coralarios, en que han podido reconocerse los géneros *Rhabdophyllia*, *Trochosmia*, y *Stylina*; y asimismo en las margas han sido hallados, juntos con una *Requienia* de gran tamaño, restos de *Trochus*, *Natica*, *Aporrhais*, etc.

No menos desarrollo que en los alrededores de Mugaire conservan las areniscas de la base del tramo aptense en su prolongación hacia Levante, a través del término de Oronoz, según indican las terreras procedentes de su derrubio, que se ven en las cuevas de Cancán, al Sur de este pueblo. En tales rocas suelen encontrarse aquí, aunque no con gran frecuencia, valvas de una especie de *Pecten*, de pequeñas dimensiones, cuya completa identidad con alguna de las del mismo género que figuran descritas hasta ahora no he logrado comprobar, si bien es de notar su gran parecido, salvo su menor tamaño, con las de *P. vraceniensis*, Pict. et Comp., encontrado en el terreno albense de Sainte Croix (1). Son dichas valvas equiláteras, tan anchas como largas, excediendo poco de un centímetro; tienen las orejetas relativamente grandes, y llevan hasta doce gruesas costillas, separadas por espacios intermedios de no menor anchura que ellas, y en los cuales se observan finas estrías longitudinales. En las mismas rocas se han hallado también restos de *Sérpula*, *Collyrites*, *Millericrinus* y *Ciclotites*, además de una *Plicatula*, muy semejante a la *P. arachne*, Coq.

La línea de escarpas que se extiende sobre la margen izquierda del Bidasoa en la angostura de Ascape, agua arriba de Oronoz, está formada por calizas del tramo aptense, y debajo de ella asoman las hiladas de arenisca, apoyadas con inclinación meridional sobre las rocas jurásicas que se descubren lo largo de la vaguada del río. Ya desde aquí, en dirección a Levante, la serie de estratos infracretáceos pierde notablemente de espesor; pero, no obstante, sus afloramientos se prolongan sin solución de continuidad hasta el monte Irular de Irurita, a cuyo relieve contribuyen las rocas aptenses en unión con las jurásicas y con las cretáceas, tal como se representa en la figura 4.^a inserta en la página 33.

(1) Pictet: *Materiaux pour la paléontologie suisse*, 5.^a serie, pág. 205.

A Poniente de Mugaire continúa también el afloramiento de estratos aptenses por las vertientes de Mococho, desde donde la faja de esta edad avanza todavía, notablemente reducida en su anchura, hasta el alto de Santa Leocadia de Gaztelu. En este último paraje las hiladas sabulosas se destacan muy visiblemente a causa de su color amarillento por cima de la escarpadura que corta las capas jurásicas en la margen izquierda del Bidasoa, y sobre ellas resaltan los crestones de las calizas infracretáceas.

Alineada próximamente en la dirección misma de la faja anterior, y separada de ella por una distancia poco mayor de cinco kilómetros, encuéntrase otra de más reducidas dimensiones en la vertiente derecha del riachuelo Ezcurra, a lo largo de la cual se extiende desde las cercanías de Zubieta hasta la confrontación del barrio de Austiz (1). Areniscas y calizas semejantes a las reconocidas en las localidades acabadas de citar, aquéllas conteniendo asimismo valvas de *Pecten*, y éstas con restos de políperos, componen el espesor, relativamente exiguo, que aquí muestra el tramo aptense, apoyadas con declive meridional sobre los materiales del horizonte superior del triás, y sirviendo a su vez de base a los cretáceos de la cumbre de Amezti.

Contigua por el Sur a la faja de terreno jurásico que desde Guipúzcoa penetra en Navarra por el término de Areso, aparece en esta provincia otra no menos importante de terreno aptense, la cual se extiende asimismo con rumbo general al Este por la vertiente izquierda de la cuenca del Bidasoa y va a terminar en la falda septentrional de la sierra de Ulzama, más allá de Donamaria. Señala esta faja su entrada en el suelo navarro con una serie de cimas pedregosas que se alinean al Mediodía de Areso y de Leiza, y en las cuales descuellan las rocas infracretáceas sobre las jurásicas, sin discordancia stratigráfica apreciable entre unas y otras, que invariablemente dirigen su buzamiento al tercer cuadrante. La carretera que conduce de Leiza a Lecumberri cruza sucesiva-

(1) Por un error del dibujante, en el mapa adjunto se asigna a esta faja una longitud mayor de la que realmente tiene, según se indica en el texto.

mente las dos fajas jurásica y aptense, en el trayecto que media a lo largo del vallejo de Erasote entre el primero de dichos pueblos y el puente de Ozparrun. En ese trayecto se ven asomar sobrepuestos directamente a las hiladas jurásicas, y como ellas, con inclinación no menor de 40°, gruesos bancos de caliza, a los que se subordinan algunas capas de margas, y los cuales llegan a ocultarse por el Sur bajo las pizarras albenses, que se pisan ya en la subida al puerto de Huici. En dichas calizas suelen observarse vestigios de coralaris, orbitolinas, radiolas de equínidos, etcétera, y en más de un sitio las margas con que alternan muestran el color negruzco indicador de la presencia de materia carbonosa. La evidente semejanza de tales rocas con las de igual naturaleza reconocidas ya como aptenses en las cercanías de Mugaire, induce desde luego a atribuirles también esta misma edad, lo cual confirma, por otra parte, el hecho de haberse hallado en las calizas del término de Leiza la *Nerinea gigantea*, Hombre-Firmas (1).

Al SO. de Leiza, la faja aptense se destaca todavía con gran anchura en los cerros de la Santa Cruz, pero ya de aquí en dirección a Levante se estrecha notablemente, quedando reducida en algún sitio a menos de un centenar de metros, y su influencia aparente en el relieve del suelo se resume en una serie de riscos y peñascales con que se manifiestan los afloramientos de sus estratos. Frente al lugar de Ezcurra, en su continuación por la vertiente derecha del río de este mismo nombre, asoman los bancos de caliza aptenses muy levantados, con buzamiento al S. SO., de igual modo que los jurásicos sobre los cuales se apoyan, y a través de unos y otros se ha abierto angosto paso entre imponentes derrumbaderos el arroyo Aranoscota, afluente al río mencionado, bajo la escarpadura que en dicho sitio sirve a éste de margen.

A la formación aptense refiero igualmente las calizas con coralaris y orbitolinas, que acompañadas de areniscas pardo amari-

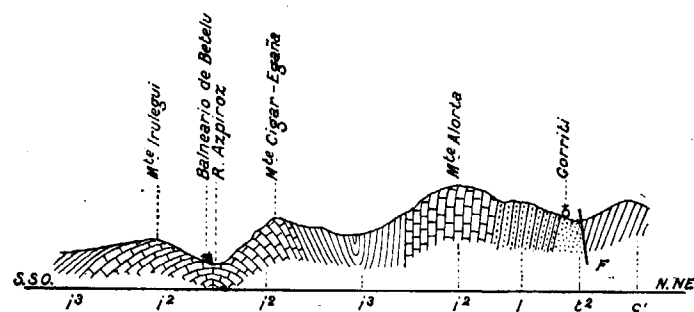
(1) En las colecciones del Instituto Geológico se conserva un hermoso ejemplar de esta especie procedente de la localidad mencionada y encontrado, según hace suponer la explicación que lo acompaña, por el ingeniero D. Amalio Maestre.

lentas asoman por encima de las jurásicas al Sur de Urroz, no lejos de este pueblo, y en las cuales, a su vez, descansa la masa de estratos, esencialmente margosos y pizarreños, del tramo albense que forma el alto de Berrauburu. Ya más adelante, en los declives de la falda septentrional de la sierra de Ulzama, frente a Donamaría y Gaztelu, las dislocaciones que se manifiestan en las capas jurásicas e infracretáceas llegan a un grado tal, según hice notar antes de ahora, que en algún sitio se ven las calizas de aquella edad con el buzamiento invertido al Norte y sobrepuestas en apariencia a los estratos aptenses que en ese trayecto también afloran, reducidos ya a una zona de escasa anchura. Por último, más a Levante todavía, en la cumbre del monte de Legasa, estricción septentrional de la mencionada sierra de Ulzama, vuelven a encontrarse las calizas aptenses de la misma faja junto al collado de Azpilluz, donde asoman en medio de estratos liásicos y albenses, unos y otros muy levantados, y aun con el buzamiento invertido en algún sitio.

Mayor extensión que la que dentro de los confines navarros abarca la faja aptense de Leiza y Ezcurra, alcanza otra de la misma edad, que comienza al Norte de Betelu y se dirige hacia Levante con anchura creciente hasta su terminación en las cercanías de Beruete. Gruesos bancos de caliza asociados con margas pizarreñas, y en los que suelen encontrarse, además de orbitolinas, vestigios de coralaris y de requienias, contribuyen en gran parte, juntamente con las calizas jurásicas, al relieve de la cordillera que se alza al Sur de los pueblos de Huici y de Gorriti, donde resaltan, formadas por las rocas infracretáceas, las pedregosas cumbres de Elorta y del monte Malcor de Azpiroz. El perfil representado en la figura 5.^a, inserta en la página 37, pone de manifiesto la disposición que en dicha cordillera tiene la serie de estratos liásicos y aptenses que la constituyen, la cual serie, según hace ver dicho perfil, debe ser considerada como repetición, al Sur de la falla de Huici, de la que se descubre en las cercanías de Leiza. En la misma figura se hace también constar que las capas infracretáceas, sobrepuestas sin discordancia aparente a las jurásicas,

se suceden con buzamiento meridional, conservando gran inclinación hasta ocultarse, de igual modo que ocurre en Leiza, bajo los estratos albenses. Así, en efecto, lo indican sus afloramientos a lo largo del desfiladero por donde se comunica directamente el pueblo de Gorriti con el de Azpiroz, y asimismo se observa en el camino que va de Huici a Lecumberri, siguiendo el curso del arroyo Ursalto.

Derivación de la masa de calizas aptenses del monte Elorta, con la cual debe de hallarse unida a no gran profundidad, es indudablemente una mancha de la misma edad, que, rodeada en todos sentidos por sedimentos albenses, asoma junto al pueblo de Betelu, formando a Levante del mismo las crestas de Cigar-Egaña y los altozanos de Irulegui. En ella nacen los manantiales Iturri-Santu y Dama-Iturri, que utiliza el balneario existente en dicha localidad. La disposición en que aquí aparecen los estratos aptenses acusa un pliegue de los mismos en forma de bóveda, a través de la cual se han abierto paso por dos hondos barrancos el río de Azpiroz y su afluente el arroyo de Errazquin. El perfil representado en la figura 10.^a, que considero trazado a Levante y no lejos del bal-

Fig. 10.^a

1.³. Carniolas y margas triásicas.—1. Calizas y margas jurásicas.—1.². Calizas aptenses.—1.⁰. Margas pizarreñas albenses.—c. Calizas y margas cenomanenses.—F. Falla.

neario de Betelu, indica, de conformidad con lo expuesto en los párrafos precedentes, las variaciones que ofrecen en su arrumba-

miento las series de estratos á que en esos mismos párrafos se hace referencia.

Las calizas de Irulegui, a las cuales acompañan, como es lo ordinario en el terreno aptense, algunos lechos de marga de color obscuro, forman bancos de gran espesor, cruzados a menudo por vetas de espato, y en ellos se observan, además de otros restos fósiles indeterminables, vaciados de *Rhynchonella lata*, d'Orb.

Con igual composición petrográfica que en la cordillera de Elorta y Malcor se extiende el terreno aptense por las anchurosas vertientes de los montes que desde aquí avanzan por el Norte de Lecumberri, en dirección a Beruete. Sus estratos, apoyados también sobre las calizas jurásicas de la faja de Huici en su prolongación hacia Levante, y cubiertos en algunos trechos por sedimentos albenses, se arrumban ordinariamente con buzamientos al segundo y tercer cuadrantes, aun cuando suelen observarse en ellos algunas plegaduras, sobre todo en la proximidad de la falla que señala aquí su límite por el Sur; y de la cual se ha hecho ya mención antes de ahora, puesto que a lo largo de ella afloran los materiales jurásicos y triásicos, siguiendo próximamente la alineación marcada por los pueblos Lecumberri, Echarri y Aldaz. En la figura 6.^a, inserta en la página 38, aparece indicada esta falla con la anomalía stratigráfica a que ha dado lugar en las cercanías de Echarri, y en la misma figura se representa también un notable anticlinal de las calizas aptenses.

Al Norte de Aldaz, en la subida al cabezo de Arizondo, interrumpe parcialmente la continuidad de los estratos infracretáceos otra falla dirigida igualmente de Este a Oeste, y que en su lado septentrional ha puesto al descubierto las calizas jurásicas. Sirve esta falla de caja a un filón de calcita de muy variable anchura, con smithsonita e indicios de blenda, galena, piritita cobriza, etc., en el cual se observan señales de trabajos mineros, efectuados al parecer en época no remota.

Frente al cabezo de Arizondo, en dirección al Norte, vuelven a encontrarse al otro lado de la banda jurásica de Huici los estratos aptenses, muy levantados, con buzamiento septentrional, y

destacando a considerable altura sus crestones de caliza en la Peña de Ernaizu, uno de los parajes culminantes de la divisoria de aguas vertientes al Mediterráneo y al Cantábrico. Las margas que con las calizas alternan repetidamente en la ladera meridional de esta altura, se hacen notar por su color negruzco y contienen con excepcional abundancia restos de orbitolinas.

Al Este, y no lejos de la cumbre de Ernaizu, resaltan en la divisoria mencionada las de Arralde y del puerto de Gárate, donde las calizas aptenses, acompañadas asimismo de margas, y arrumbadas también con pendiente al Norte, descansan sobre las jurásicas del Pico de Larrazguibel, cerca de Beruete. En ellas suelen encontrarse, además de orbitolinas, indicios de *Trochosmillia* y valvas de *Ostrea Boussingaulti* Lamk.

Los riscos y crestones que se señalan por cima de Igoa y Arraras a lo largo del serrijón de Loyandi, alineado a Levante de las cumbres ultimamente mencionadas, están también formados por calizas aptenses, cuyos estratos, a juzgar por lo que indican sus afloramientos, se apoyan, conservando el buzamiento general al Norte, sobre las calizas jurásicas que asoman en el lado Sur de dicho serrijón.

En la sierra de Ulzama, que sigue a continuación por el mismo rumbo, las rocas aptenses, descontados algunos espacios ocupados por materiales triásicos, jurásicos y cenomanenses, comparan desigualmente con las albenses la constitución geológica del suelo, predominando notablemente sobre ellas en la vertiente meridional. Unas y otras ocupan en este lado de la cordillera espacios de contorno irregular y de no fácil deslinde, mostrando además extensos trastornos stratigráficos en los cuales se advierte desde luego la influencia de varias fallas, orientadas próximamente de O. SO. a E. NE., y que en algunos sitios han descubierto por bajo de los infracretáceos los materiales del triás. La figura 7.^a, inserta en la página 42, indica, de conformidad con lo expuesto en las líneas que anteceden, cómo se manifiesta dicha influencia en la stratigrafía de esta interesante región del Pirineo navarro.

Con alguna frecuencia se ven asomar en la base de la forma-

ción aptense de la sierra de Ulzama hiladas de arenisca, semejantes a las que se observan en el mismo horizonte geológico, junto a Mugaire y Oronoz. Rocas de esta naturaleza, componen una zona de relativa importancia en el rellano de Volvore-arria, sobrepuestas directamente a las triásicas del vecino puerto de Velate; materiales análogos afloran también con mayor o menor espesor en el peñascal de Beizegui, en el lado N. de Elcárrico, en la subida de Elzaburu al puerto de Larremiar, en el monte Urquizu al NE. de Alcoz, en el de Narvatazu al NO. del mismo pueblo, etc.

Los estratos aptenses de la vertiente Sur de la cordillera de Ulzama avanzan por Levante hasta ocultarse bajo los sedimentos albenses en las cercanías del mencionado puerto de Velate. Sus últimos afloramientos por dicho rumbo se manifiestan en la cantera de Gazteluzar, no lejos de la casa-portazgo; y los bancos de caliza, que aquí se orientan con gran inclinación al tercer cuadrante, muestran en varios sitios indicaciones de coralarios y otros restos fósiles, entre los que se han encontrado vestigios indudables de la *Ostrea rectangularis*, Roem.

Cerca del extremo oriental de la cumbre de Ulzama, los estratos de esta misma edad acusan con su variable arrumbamiento un anticlinal cuyo eje sigue próximamente la dirección de la cordillera. Las calizas aptenses pasan, pues, aquí de la vertiente meridional de esta a la septentrional, donde sus bancos, hendidos por gran número de grietas y quebradas, forman el suelo de los breñales de Carramistegui sobre la margen izquierda de la barranca de Ceberia, ocultándose a continuación por Oeste y Norte bajo las hiladas albenses de Charute y de los montes de Legasa.

A Poniente de estas alturas hasta el puerto de Larremiar, señalase en las caídas septentrionales de la cumbre de la misma sierra, una serie de afloramientos de rocas aptenses, cuya alineación indican las crestas de Larramendi, Labiaga é Iturrioz y en la que los estratos de esa edad aparecen arrumbados con buzamiento general al primero y cuarto cuadrantes. Esta serie de afloramientos y la que, según ya queda consignado, se manifiesta al pie de

la vertiente Norte de la cordillera en los términos de Legasa, Donamaria y Urroz, corresponden a las dos ramas de un gran sinclinal de las calizas aptenses, en el cual se hallan comprendidas las masas albenses que forman en casi su extensión el suelo de dicha vertiente. Así lo hace ver la disposición que muestran los estratos de una y otra edad a lo largo de la barranca de Ceberia en su lado occidental desde las escarpas de Carramistegui hasta el caserío de Ubacheta; y a esa disposición se ajusta en la parte correspondiente el trazado del perfil que se representa en la figura 7.ª, ya varias veces mencionada.

Mucha más importancia que en la sierra de Ulzama presenta el terreno aptense en la cordillera de Aralar que desde el confín guipuzcoano, junto a las alturas de Irumugarrieta, se extiende por territorio navarro, sin perder su dirección hacia Levante, entre el valle de Larraun y el de Araquil. Calizas de dicha edad con sus caracteres peculiares y acompañadas de algunas hiladas margosas, casi siempre de color negruzco, llenan de riscos y crestones las cumbres de dicha cordillera, alcanzando una altitud de más de 1.300 metros en el pico de Archueta, próximo al santuario de San Miguel. Los bancos de caliza aparecen aquí levantados con inclinación de más de 50° al S. 15° O., y en ellos se encuentran restos de una especie de requienia de gran tamaño. Sobre las rocas aptenses descansan a lo largo de la vertiente S. de la cordillera las cenomanenses en que a su vez se apoyan las de las otras formaciones cretáceas que constituyen el suelo del valle de Araquil. Únicamente en el portillo de Lizarruste, lindero común a Navarra y Guipúzcoa, llega a interrumpirse el contacto directo entre los sedimentos aptenses y los cenomanenses por la interposición de una estrecha faja albense que, procedente del suelo vascongado, viene a terminar, a los cuatro kilómetros próximamente de aquel confín, en suelo navarro. En el lado septentrional de la misma cordillera, donde ocupan una extensión aún más considerable las rocas aptenses, éstas se apoyan sin notable discordancia sobre las vealdenses que por bajo de ellas afloran en las caídas a los valles de Araiz y de Larraun, y sus estratos se arrumban

edad, si bien limitadas siempre en espacios mucho más reducidos. Sobre las rocas jurásicas de la cumbre de Iraperri, al Noroeste de Almandoz, yacen, cubriendo una superficie no mayor de 20 hectáreas, bancos de arenisca arcillosa, acompañados de lechos margosos con orbitolinas, y sobre los cuales descansan calizas fosilíferas con coralaris, artejos de crinoides, etc. La semejanza de este grupo de sedimentos con otros de la sierra de Ulzama y de las cercanías de Mugaire, reconocidos ya como aptenses, induce lógicamente atribuirles esta misma edad. Al tramo aptense refiero también unos bancos de caliza que, acompañados de margas oscuras pizarreñas, asoman al Norte de Zarranz, junto a la orilla izquierda del riachuelo Larra afluente al Basaburua, interrumpiendo en este paraje el contacto de las lastras del tramo danés con las carñiolas y margas triásicas que por bajo de ellas se descubren dentro del valle de Imoz. La peña de Argain, que resalta en la falda septentrional del monte de la Trinidad, frente al pueblo de Eraso, está formada por bancos también de caliza que asimismo considero aptenses, arrumbados con inclinación al N. NE., y contra los cuales vienen a apoyarse por este rumbo los estratos daneses del antedicho valle. Por el lado opuesto estos bancos se hallan a su vez en contacto anormal con las calizas jurásicas el antedicho monte, a causa de la falla, ya antes de ahora mencionada, que se manifiesta a lo largo de la vertiente Norte de la cordillera de Aralar, y cuyos efectos se hacen igualmente notar en su breve continuación hacia Levante por la izquierda del río Larraun.

Otra masa relativamente importante de calizas aptenses, que adquiere su principal desarrollo en suelo guipuzcoano, forma en los confines de éste y del de Navarra, al Norte de las Molloas de Irumugarrieta, el relieve del monte Bedayo, que se alza entre los pueblos de Azcárate y Amézqueta, el primero navarro y vascongado el segundo. En sus vertientes navarras, singularmente abruptas y peñascosas, se ven aflorar gruesos bancos de dichas rocas, levantados con inclinación de más de 70° hacia el tercer cuadrante, y junto a ellos por este mismo rumbo los estratos albenses que hasta aquí suben desde el valle de Aráiz, y que la

falla de Aralar pone en contacto anormal con los jurásicos de Irumugarrieta. Vestigios de *Nerinea gigantea*, encontrados en las calizas de la masa antedicha, junto al confin de Navarra con Guipúzcoa entre Tolosa y Betelu, justifican la inclusión de tales rocas en el mismo tramo infracretáceo que las de Leiza, anteriormente mencionadas (1).

Añadiré, por último, volviendo sobre lo que en otro lugar queda consignado, que entre las carñiolas del afloramiento triásico del monte Ardaiz de Iarregui y las margas pizarreñas albenses del valle del Basaburua asoman unas hiladas de areniscas y de calizas que he considerado como aptenses, y recordaré asimismo que como tales he considerado también los bancos de calizas con coralaris, orbitolinas y crinoides, que, sobrepuestos a otros de edad jurásica, forman la cumbre de Iturriburu, entre Beruete y Jaunsarás.

Análogamente a lo que se observa en el terreno jurásico, el tramo aptense se muestra en las distintas localidades de Navarra con muy desigual espesor, más reducido en las del interior de la provincia que en las contiguas al confin vascongado. Excede seguramente de 400 metros el que suman los estratos de esta última edad en la sierra de Aralar; no es mucho menor el que representan las fajas de Leiza y de Huici, y en las inmediaciones de Oroz y Mugaire ofrece también no poca importancia, contrastando visiblemente con el que se advierte en Zubieta, en el cerro de Santa Leocadia, en el collado de Azpilluz y en el monte Irular de Irurita, donde no mide más de unas cuantas decenas de metros.

TRAMO ALBENSE

El tramo albense ocupa en el suelo navarro un espacio superficial mucho mayor que el que abarcan en conjunto el neocomiense y el aptense, y no aparece limitado exclusivamente, junto con és-

(1) En las colecciones del Instituto geológico figura un ejemplar de caliza procedente del paraje mencionado, según consta en la nota que lo acompaña y en el cual se ven indicios evidentes de la especie fósil a que me refiero en el texto.

tos, dentro de una área determinada en la región del NO. de la provincia, sino que se muestra además, aunque con extensión relativamente exigua, en algún sitio de la del NE.

Las rocas que en su composición intervienen principalmente son margas, arcillas y areniscas. En las margas, y sobre todo en las arcillas, se observa constantemente una marcada tendencia a la estructura hojosa, tan acentuada en muchos casos, que acaba por convertirlas en verdaderas pizarras. Entre las areniscas hay unas arcillosas y deleznales, otras son micáferas y tabulares, con el aspecto de samitas, y las hay también silíceas, desde las variedades de grano fino, parecidas a cuarcitas, hasta las de grano grueso, con guijarros cuarzosos y con el carácter de pudingas. Las calizas figuran asimismo entre los materiales albenses, pero con mucha menos abundancia y siempre subordinadas a los anteriores, entre los cuales suelen formar algunas hiladas de variable espesor. Unas son compactas y consistentes, otras sabulosas y de coherencia escasa, como las areniscas y margas con que se asocian. Un carácter que se hace notar muy visiblemente en las rocas de esta edad es el color obscuro o pardo rojizo, que casi siempre ofrecen, indicador de la presencia de materias carbonosas o ferruginosas, lo cual comunica a determinadas zonas del terreno una apariencia de mucha mayor antigüedad.

Según he manifestado antes de ahora, el tramo albense alcanza en Navarra su principal desarrollo dentro de la región montañosa que desde las vertientes de Sayoa se extiende hacia Poniente, a enlazarse con las estribaciones de la sierra de Aralar, en los confines de Guipúzcoa. Sus materiales constituyen varias manchas alargadas en dirección de Este a Oeste, distribuidas con desigualdad en las vertientes al Ebro y al Bidasoa, y cuyos contornos determinan otras de distintas edades, que con ellas concurren a formar el suelo de dicha región montañosa.

Una de estas fajas, situadas en su mayor parte dentro de la vertiente al Ebro, comienza por Levante, junto a la villa de Lanz, y se extiende sin interrupción hasta el confín guipuzcoano, más allá de Betelu, con un perímetro sumamente irregular y con an-

chura muy variable, considerablemente minorada hacia el promedio del indicado trayecto. Forma dicha faja en su mitad oriental el suelo de una gran parte del término de aquella villa y el de los valles de Ulzama y de Basaburua, que se suceden a Poniente del mismo.

En las cercanías de Lanz los estratos albenses se apoyan con buzamiento meridional, ya sobre las rocas triásicas, ya también en algún sitio sobre las ofitas que con éstas se asocian; y con el mismo arrumbamiento continúan hacia Poniente, apoyadas sobre las calizas aptenses de las vertientes del puerto de Velate. Ya más adelante, a lo largo de la falda meridional de la cordillera que limita por el Norte los referidos valles, algunas de las fallas, antes de ahora mencionadas, interrumpen en varios sitios la continuidad de los estratos de la serie infracretácea, haciendo asomar a través de ellos las rocas de los horizontes superiores del triás, a que suelen acompañar masas más o menos importantes de ofita. Una de estas fallas es la que, cerca de las fuentes de Zazpiturri, ha puesto en contacto anormal los estratos albenses con las calizas triásicas que asoman bajo las aptenses de las vertientes de la sierra de Ulzama. A Levante de este sitio, en el monte Narvatazu de Alcoz, un afloramiento ofítico, alineado próximamente en la dirección de la misma falla, se interpone entre las rocas albenses y las aptenses que se descubren al Norte, apoyadas aparentemente sobre la ofita.

Por el lado del Sur marcan las lindes de la misma faja en su mitad oriental las lastras calizas del tramo danés, yacentes sobre las rocas albenses en las cumbres y mesetas que limitan por dicho rumbo los valles de Ulzama y Basaburua, excepto en las proximidades de Auza, donde media una zona de margas senonenses de no gran espesor. Un depósito superficial de gravas y cantos rodados, constituido con los arrastres de varios torrentes que afluyen al río Mediano, entre Lanz y Olagüe, oculta las rocas albenses en un espacio no menor de 20 hectáreas. Otro depósito de gual origen y de poco menor extensión, se destaca en forma de loma rebajada entre el pueblo de Arraiz y la venta de este nombre. Es

por último de notar, recordando lo consignado ya anteriormente, que en el término de Lizaso surge, a través de los estratos albenses del valle de Ulzama, un isleto de calizas triásicas, sobre el cual está situada gran parte del pueblo, y que cerca de Jaunsarás, en el extremo occidental del valle de Basaburua, una falla dirigida de Norte a Sur descubre también las rocas del Trías superior a través de las albenses.

El predominio de los elementos arcilloso y sabuloso, más señalado el del primero que el del segundo, en la formación albense de los valles de Ulzama y Basaburua, imprime aquí a los suelos de esta edad un aspecto uniforme y monótono, en que apenas determinan variación apreciable los cambios de textura más o menos marcadamente pizarreña que se suceden en los materiales margosos. Tan sólo al pie de las vertientes de Velate y de los montes próximos se altera esa monotonía por una gruesa hilada de calizas de la misma edad, que resalta casi vertical y a grande altura sobre las margas sabulosas adyacentes, extendiéndose con dirección de Levante a Poniente, desde cerca de Arraiz hasta el Norte de Alcoz, únicamente interrumpida para dar paso a dos riachuelos torrenciales, a los que afluyen varios arroyos desprendidos de las vecinas alturas de la sierra de Ulzama.

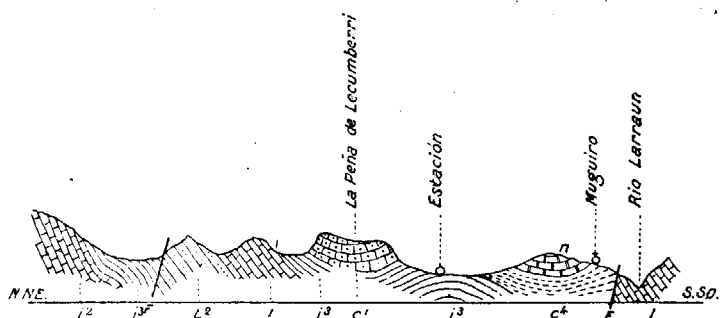
En los estratos de esta faja albense, sean arcillosos, sabulosos o calizos, abundan las *Orbitolinas*, especialmente en el término de Elzaburu, en el de Alcoz, en el de Lizaso, y más aún en el de Lanz. En las margas y las areniscas arcillosas de la última localidad mencionada se han encontrado además restos fósiles de los géneros *Plicatula*, *Janira*, *Corbis*, *Astarte*, *Cardita* y *Salenia* además de otros de equinodermos indeterminables. En el mismo yacimiento he hallado, juntamente con la *Arca carinata*, d'Orb., dos pequeños amonitas de las especies *Desmoceras Agassizianus*, Pict. sp., y *Schlaenbachia varicosa*, Sow. sp. Esta última especie ha sido hallada también en un yacimiento análogo, en la vertiente del puerto de Velate al barranco de Landercheta. Restos de *Astarte* iguales a los observados en Lanz se encuentran también en las margas sabulosas de Arraiz y de Orquín, dentro ya del valle de Ulzama.

A Poniente de Jaunsarás la faja albense se extiende a través de los términos de Aldaz y de Echarri, reducida en algún sitio su anchura a menos de 100 metros. Pero vuelve seguidamente a mostrarse con gran amplitud en el valle de Larraun, y con mayor amplitud todavía en el de Aráiz, lindante con Guipúzcoa. Sobre ella están situados, además de la villa de Betelu, los seis pueblos que abarca la jurisdicción del primero de estos valles, y comprendidos en ella están asimismo los de Baraibar, Errazquin, Albiasu, Azpiroz y Lecumberri, correspondientes al segundo. Señala aquí por el Sur el límite de la faja albense la falla que ha hecho aflorar las calizas jurásicas en las vertientes septentrionales de la sierra de Aralar, y a lo largo de la cual, se ven estas calizas en contacto anormal con las rocas albenses, a las que aparentan sobreponerse. Por el lado opuesto la limitan las calizas aptenses de los montes que se alzan al Norte de Lecumberri y de Azpiroz, sobre las cuales se apoyan con gran inclinación meridional los estratos albenses. Mucho más complicados, y a trechos también menos perceptibles por circunstancias especiales de localidad, son los linderos de la faja de esta edad en los alrededores de Lecumberri. Se reconoce, sin embargo, que a sus estratos se sobreponen las calizas cenomanenses de la meseta de Arbe, al pie de la cual, en su lado O, se halla edificado el pueblo, y además dentro del mismo término se ven dichos estratos ya en contacto anormal con carniolas triásicas, ya descansando en las calizas jurásicas que sobre estas carniolas yacen. Los detalles que anteceden aparecen indicados en la figura 12.^a, la cual representa un corte dirigido de Norte a Sur, desde los montes de Azpiroz hasta la hoz de los molinos de Muguero, pasando por cerca de Lecumberri.

A Levante de este último pueblo, las margas albenses, de color gris obscuro, asoman a uno y otro lado de la meseta de Arbe, continuando en dirección a Echarri y Aldaz, apoyadas por el Norte, de igual modo que en estas localidades, sobre calizas liásicas, y ocultándose en su buzamiento al Sur, bajo sedimentos del tramo danés.

Dentro del valle de Aráiz asoma, a través de los estratos al-

benses, un macizo de calizas aptenses, en el cual tienen su origen los manantiales *Iturri-santu* y *Dama-iturri*, que utiliza el balneario de Betelu. La disposición en que aquí se encuentran los materiales de uno y otro tramo queda ya indicada en la figura 10, inserta en la página 77, lo cual hace innecesaria la repetición de

Fig 12.^a

*l*². Carniolas y margas triásicas.—*l*. Calizas liásicas.—*i*². Calizas aptenses.—*i*³. Margas y areniscas albenses. *c*¹. Calizas cenomanenses.—*c*⁴. Margas, areniscas y calizas danesas.—*n*. Calizas eocenas.—*f*. Fallas.

ciertos pormenores que a su debido tiempo fueron ya expuestos.

Dentro del mismo valle de Aráiz, a los estratos albenses se sobreponen, cerca de su contacto con las calizas liásicas de las vertientes de Aralar, dos pequeños isleos cenomanenses de muy desigual magnitud: el menor de ellos se encuentra junto a Baraibar, en los cortes del camino de este pueblo a Lecumberri; el otro forma el peñasco de Mendioz, que resalta al pie de la escarpadura de las Malloas, al SO. de Betelu.

Algo mayor variedad que en los valles de Ulzama y Baraburua muestran los sedimentos albenses en los de Larraun y de Aráiz. Es sobre todo muy de notar, por lo excepcional, el color negruzco que muestran los materiales de dicha edad en ciertos sitios de la bajada del puerto de Azpiroz a Betelu, y que alcanza por igual a las margas pizarreñas, a las areniscas arcillosas y a las calizas con que éstas se asocian. De color más o menos obscuro son también las margas sabulosas que descansan directamente sobre las calizas aptenses del monte Irulegui, entre

Betelu y Errazquin: en ellas suelen encontrarse, además de las *Orbitolinas*, otros restos fósiles, entre los cuales ha podido reconocerse un *Solarium*, si no igual, muy parecido por lo menos, al *S. ornatum*, Pict. Entre Lecumberri y Azpiroz se desarrollan margas pardo-amarillentas, ya pizarreñas, ya térreas y sabulosas, que contienen restos de equínidos y alternan con lechos de arenisca silíceas. A las margas albenses que asoman entre Lecumberri y Aldar acompañan areniscas arcillosas deleznable, iguales a las de Lanz, en que fueron halladas las dos especies de amonitas ya citadas. Las de Lecumberri y Echarrri son también fosilíferas, y en ellas han sido encontradas la *Pholadomya Rauliniána*, d'Orb., y la *Orbitolina conoidea*, Grass., juntamente con restos de *Cyclolites*, de *Trigonia* y de una *Janira* parecida a la *J. quinquecostata*. Sow. Finalmente, en la bajada del monte Alorta al pueblo de Lezaeta, los estratos albenses, en los cuales predominan el elemento sabuloso y el arcilloso, aparecen en varios sitios cruzados por vetas cuarzosas, y no lejos de este mismo sitio, cerca ya de Betelu, aflora un filón de cuarzo con calamina, el cual fué objeto años atrás de labores de reconocimiento de alguna importancia.

Independientemente de los depósitos albenses que forman el suelo de los valles de Ulzama y de Basaburua, los materiales de la misma edad ocupan también grandes espacios en la cordillera que separa por el Norte dichos valles de las vertientes al Bidasoa. A lo largo de la sierra de Ulzama, determinan dichos materiales dos fajas, una en su lado septentrional, otra en el meridional, más ancha la primera que la segunda, y las cuales avanzan desde aquí hacia el Oeste con amplitud creciente, hasta ganar en algunos sitios las cumbres divisorias, estableciéndose así continuidad entre los suelos albenses de ambos lados de la cordillera. La figura 7.^a, inserta en la página 42, que representa un corte geológico a través de la sierra mencionada en su mitad oriental, da idea de cómo aparecen dispuestas aquí las rocas albenses, aptenses y triásicas que juntamente con las cenomanenses contribuyen a su relieve. Según indica dicha figura, en las altas vertientes de esta sierra al valle de su nombre, las margas pizarreñas

albenses, asociadas con capas delgadas de caliza, se apoyan por el Norte sobre calizas aptenses concordantes con ellas, y asimismo muy inclinadas, con buzamiento meridional. Por el Sur señala sus límites una falla, ya en otro lugar mencionada, a lo largo de la cual asoman de nuevo las calizas aptenses, en los crestones de Lizarreta, sobrepuestas aparentemente a las albenses, con intermedio de una estrecha zona de carñiolas y margas irisadas del Triás.

Mucho mayor espacio superficial ocupan las rocas albenses en las vertientes septentrionales de la misma sierra, debido en gran parte al pliegue sinclinal que aquí se manifiesta en los estratos infracretáceos, los cuales además se encuentran tan dislocados en ciertos parajes de la falda de la cordillera, que los aptenses aparecen invertidos y descansando sobre los albenses. La preponderancia que en dichas vertientes adquieren los materiales de esta última edad se refleja en el color oscuro que allí muestra casi invariablemente el suelo. Cerca de la cumbre y dentro de las mismas vertientes se ven los estratos albenses, apoyados con inclinación septentrional, en las calizas aptenses de las crestas de Carramistegui, de Larramendi y de Labiaga, que se alinean con dirección de Levante a Poniente; pero ya más al Oeste, las rocas de aquella edad, representadas principalmente por margas pizarreñas de color pardo, suben hasta la cumbre de Larremiar, y cruzando la divisoria por el puerto de este nombre, se unen con las que se extienden en la vertiente opuesta. Las orbitolinas abundan también en estos suelos, sobre todo en los montes próximos a Donamaria y Urroz, donde suelen encontrarse además restos de *Plicátula* y de equinodermos idénticos a los observados en las inmediaciones de Lanz.

Uno de los itinerarios en que mejor puede observarse la disposición de los estratos albenses en ambos lados de la cordillera a que vengo refiriéndome, es el de Ilarregui a Erasun, por el puerto de Gorostola, continuación hacia Poniente de las alturas de la sierra de Ulzama. El pueblo de Ilarregui está situado en lastras calizas del tramo danés, sobrepuestas a las margas alben-

ses del valle de Basaburua. A poco de salir de él, siguiendo la dirección indicada, se pisan ya las referidas margas, sobre las cuales se camina hasta el recuesto del monte Ardaiz, donde asoman debajo de ellas y asimismo con buzamiento al S. SO., calizas y areniscas del tramo aptense. Los estratos de esta edad descansan a su vez sobre hiladas de calizas y margas triásicas, que poco más al Norte se descubren, y entre las que se intercalan dos importantes afloramientos de ofita. Una falla, orientada próximamente de E. NE. O. SO., limita por el Norte la serie antedicha de ofitas y calizas; y a continuación, por ese mismo rumbo, vuelven a encontrarse las margas albenses muy inclinadas, con buzamiento al primer cuadrante, en su contacto, evidentemente anormal, con las rocas triásicas mencionadas. A partir de este sitio se hacen más notables el color oscuro y la estructura pizarreña de las rocas arcillosas albenses, hasta el extremo de que en las inmediaciones de la ferrería de Oroquieta ofrece el terreno el mismo aspecto que algunos de los paleozoicos, contribuyendo a hacer más viva esa semejanza los pliegues y torceduras que se advierten en sus estratos. Poco más arriba de la ferrería se entra en un hondo y escabroso barranco, en cuyas márgenes se ven aflorar, con muy variable arrumbamiento, las pizarras albenses a que se asocian capas delgadas de caliza y otras de areniscas arcillosas con restos de equínidos iguales a los encontrados en Lanz. Tres kilómetros agua arriba de Oroquieta, en el paraje llamado Huagan, un ensanche del barranco origina una pequeña hoya, donde interrumpe la continuidad de las hiladas albenses una falla que aquí se manifiesta siguiendo próximamente la dirección de ENE. a OSO. En la hoya de Huagan, según hice notar antes de ahora, se descubren los materiales del miembro superior del Triás, representados por margas abigarradas y dolomías cavernosas, a las cuales siguen por el Norte unas hiladas de caliza con amonitas y belemnitas, y sobre estas hiladas aparecen de nuevo, arrumbadas con buzamiento septentrional, las calizas aptenses, que poco más adelante llegan a ocultarse bajo estratos albenses. Ya en la subida desde aquí al puerto de Gorostola se pisan constantemente las margas de esta

edad, que presentan muy marcada la estructura pizarreña y dirigen su buzamiento casi invariablemente al S. SO., el cual conservan hasta la cumbre del puerto. Pasada ésta, vuelven rápidamente su inclinación al cuarto cuadrante, pero poco después, en la bajada a Erasun, se arrumban de nuevo con pendiente meridional para apoyarse sobre calizas aptenses, a no gran distancia de este pueblo. Además de las orbitolinas que se ven profusamente repartidas en las margas y areniscas arcillosas de algunos de los parajes que se acaban de mencionar, en las pizarras del puerto de Gorostola suelen encontrarse restos de lamelibranquios, por lo regular muy mal conservados, en uno de los cuales, sin embargo, han podido reconocerse los caracteres del *Inoceramus sulcatus*, Park.

El pliegue sinclinal observado en los estratos albenses de la vertiente septentrional de la sierra de Ulzama, y que según lo que antecede se señala también en la vertiente Norte de los altos de Gorostola, se manifiesta todavía en la continuación hacia Poniente de la misma cordillera, a juzgar por lo que se observa en el camino de Beruete a Ezcurra, a través del puerto de Gárate. Sobre las calizas aptenses que resaltan inclinadas con buzamiento septentrional en las crestas de Ernaizu y de Gárate al NO. de Beruete, se apoyan, guardando próximamente el mismo arrumbamiento, margas y arcillas pizarreñas de color pardo oscuro, repetidamente alternantes con areniscas arcillosas, y entre las cuales se intercalan a distintos niveles lechos de caliza y algunas hiladas de arenisca silíceas con estructura tabular y aspecto de samitas. En la vertiente septentrional del referido puerto se pisan constantemente los afloramientos de esta serie de estratos, los cuales, al pie de dicha vertiente, junto a la margen derecha del riachuelo de Ezcurra, aparecen de nuevo apoyados, mediante un cambio de buzamiento hacia el S., en calizas aptenses.

Gran desarrollo superficial muestran también los materiales albenses en las anchurosas lomas del puerto de Huici que, alineadas en la misma divisoria a Poniente de las cumbres últimamente mencionadas, se alzan entre el pueblo de aquel nombre y el de

Leiza. La carretera que pone en comunicación ambos pueblos a través del referido puerto, hace sobre dichos materiales un recorrido de más de cuatro kilómetros, contados desde el puente de Ozparrun en la vertiente a Leiza hasta cerca de Huici; y en todo ese trayecto se ven aflorar las margas pizarreñas de colores pardo y negruzco, acompañadas asimismo de lechos delgados de arenisca y capas menos frecuentes de caliza. En la subida al puerto por el lado de Leiza los estratos albenses descansan en los aptenses, dirigiendo como ellos el buzamiento al tercer cuadrante; más arriba, cerca ya de la cumbre, aparecen inclinados hacia el N. E., y más adelante aun, fijan de nuevo su pendiente hacia el S. O., llegando a ocultarse por este rumbo bajo calizas y margas cenomanenses en la bajada a Huici.

Desde las alturas del puerto las rocas albenses se extienden todavía con dirección a Poniente, llegando, por último, a atravesar el confín vascongado no lejos del lugar de Areso, apoyadas invariablemente por un lado sobre calizas aptenses y ocultándose por el otro bajo calizas cenomanenses.

Al Sur, y a no mucha distancia del depósito albense que forma gran parte del suelo de los valles de Araiz y de Larraun, vuelven a encontrarse los materiales de la misma edad a lo largo de una faja que desde Guipúzcoa, y con un ancho no mayor de medio kilómetro, pasa a Navarra por el portillo de Lizarruste en las caídas de la sierra de Aralar al valle de Araquil, y avanza por Levante, restringida gradualmente en su amplitud, hasta desaparecer a los cuatro kilómetros próximamente junto a los Peñascales de Putzarri. La constituyen esencialmente margas pizarreñas de color negruzco y calizas grises sabulosas, arrumbadas con pendiente al tercer cuadrante, e interpuestas entre rocas aptenses de altas vertientes de la cordillera y las cenomanenses de la falda meridional de la misma. La carretera provincial que desde el pueblo de Lizarraga-Bengoia en el valle de Araquil sube a cruzar el confín de Guipúzcoa al N. E. de Alsasua por el mencionado puerto de Lizarruste, encuentra esta faja no lejos del sitio donde tuvo asiento la antigua ferrería de Aralar.

La existencia de sedimentos albenses en las estribaciones meridionales de la sierra de Aralar fué observada también por Mr. Stuart Menteah en el año 1893. Del contenido de la nota en que dicho geólogo hace mención de ella (1), se deduce que sus investigaciones concernientes a este objeto debieron de tener lugar en la sección correspondiente a Guipúzcoa de la misma faja que llega a Navarra por el puerto de Lizarruste. Considero oportuno por lo tanto, transcribir a continuación la lista de las especies fósiles allí encontradas, según consta en la referida nota.

Astarte gurgitis, Pictet et Roux.

Cardium Neckerianum, d'Orb.

— *Cottaldinum*, d'Orb.

— *cf. peregrinum*, d'Orb.

Panopea gurgitis, d'Orb.

Trigonia Archiaciana, d'Orb.

Terebratula albensis, Leym.

Kingena lima, DeFrance.

Rhynchonella sulcata, d'Orb.

— *plicatilis*, Sow.

Inoceramus concentricus, Park.

Orbitolina discoidea, Gras.

Avellana, s. p.

Notable por su situación topográfica, ya que no por su exigua extensión, es un pequeño isleo de rocas detriticas que resalta sobre los materiales del Triás superior en la cima del monte Arcequi, uno de los que se agrupan en los linderos del término de Lanz y del valle de Anué. Lo forman areniscas más o menos arcillosas, generalmente de grano mediano, unas blanquecinas y otras negruzcas con lechos intercalados de margas pizarreñas. No obstante la falta de datos paleontológicos, refiero provisional-

(1) *Sur les gisements et la signification des fossiles albiens des Pyrénées occidentales.*—B. S. G. de Fr., t. 21, 3.^a serie, pág. 313.

mente dicho isleo a la formación albense, ya que a los depósitos sedimentarios de esta edad le asemejan, más que a los de ninguna otra, sus caracteres petrográficos.

Debe, finalmente, mencionarse aquí, antes de dar por terminada la reseña del terreno albense de Navarra, un afloramiento de rocas de esta edad que, según al principio hice notar, aparece, constituyendo una excepción, en la región montañosa del N. E. de la provincia. Se manifiesta dicho afloramiento junto al molino de Espinal en el comienzo del barranco que encauza al río Urrobi desde la explanada de Burguete hasta cerca de la venta de Arrieta. Sobrepuetas a las areniscas de la mancha triásica del valle de Arce y arrumbadas con escasa pendiente, variable del primero al cuarto cuadrante, se ven allí unas hiladas de pudingas y pizarras carbonosas con indicios de lignito, a las que suceden otras de areniscas con orbitolinas y asociadas con algunos lechos de margas. Esta serie de sedimentos determina con sus asomos una estrecha banda que festonea en su extremo Norte, y en un espacio no mayor de kilómetro y medio, la mancha triásica mencionada. La semejanza de su composición mineralógica con la de otros depósitos reconocidos como albenses, y además de esto, las condiciones de su yacimiento, evidentemente inferior a las calizas cenomanenses que se descubren en la vecina cantera de Espinal, inducen a referirla desde luego a aquella misma edad.

El espesor que alcanza el tramo albense en el suelo de la región N. O. de Navarra es poco menor que el que representa aquí también el tramo aptense, al cual acompaña casi constantemente, pero sin ofrecer variaciones tan extremas como éste de unas localidades a otras. Sus límites mínimo y máximo pueden fijarse prudencialmente en 150 y 250 metros, aplicable este último a los depósitos albenses de los montes de Huici y del valle de Ulzama. En el afloramiento próximo a Espinal, los estratos de la misma edad no representan más de una treintena de metros, de los cuales la mayor parte corresponde a las areniscas de orbitolinas.

SISTEMA CRETÁCEO

A diferencia de lo que se observa en las formaciones de la serie infracretácea, cuya área dentro de Navarra se halla limitada casi exclusivamente, según se acaba de ver, en las comarcas montañosas del NO. sin avanzar apenas por Levante más allá del meridiano de la capital, las de la serie cretácea aparecen muy extendidas en el suelo de dicha provincia, donde aparte de varios isleos y manchas más o menos importantes, determinan una anchurosa faja que lo cruza con dirección de Oeste a Este desde el confín vascongado hasta los linderos de Aragón; y no sólo por su extensión, relativamente considerable, se hacen notar los terrenos cretáceos en el suelo navarro, sino también por ser los preponderantes en su región pirenaica del NE., y por alcanzar además las mayores altitudes que se señalan en el relieve orográfico de la misma.

Aun cuando la insuficiencia de datos paleontológicos y las analogías en la composición petrográficas, pueden ser causa alguna vez de indecisión o de vaguedad en el deslinde de los diferentes tramos que comprende la serie cretácea, es indudable que en el suelo navarro se hallan representados, si bien con gran desigualdad, los cuatro que en ella consideran los geólogos, o sean, el cenomanense, el turonense, el senonense y el danés.

El tramo senonense es el que mayor desarrollo ofrece, pues ocupa un espacio poco inferior al que abarcan en conjunto los otros tres; sigúenle en orden por este concepto el cenomanense y el danés, figurando el turonense en último término.

TRAMO CENOMANENSE

Los depósitos correspondientes al tramo cenomanense, rara vez llegan a formar en el suelo navarro manchas espaciosas, sino que, por lo regular, aparecen en fajas diversamente orientadas, menos importantes por su anchura que por la longitud que suelen

alcanzar. Su composición mineralógica varía notablemente en las distintas localidades, pues mientras en unas se halla representada exclusivamente por margas y calizas, en otras asóciase a éstas rocas materiales de origen detrítico, ya sabulosos, ya también arcillosos, los cuales vienen a ser, en ocasiones, el elemento predominante en la constitución del terreno.

Las calizas son ordinariamente de colores claros, lo cual ayuda a diferenciarlas de las infracretáceas, sean aptenses o albenses; y entre sus distintas variedades unas hay margosas, otras compactas y aun utilizables como mármoles, y las hay también que envuelven guijarrillos de cuarzo y cantos más o menos voluminosos de su misma o de distinta naturaleza, lo que les da la apariencia de brechas.

Sobrepuesta a las calizas cenomanenses, y a veces también apoyada sobre formaciones más antiguas, se encuentra en algunos parajes del NO. de Navarra una serie de estratos de naturaleza margosa o arcillosa, de color casi siempre amarillento o rojizo y con tendencia a la estructura pizarreña, a los que suelen asociarse otros de arenisca y con menos frecuencia de caliza; la cual serie, que a veces representa un espesor de no escasa importancia, ha venido designándose por algún geólogo con el nombre de *flisch* (1). Sin embargo de que en dichos estratos no se han encontrado restos fósiles que indiquen el horizonte geológico a que corresponden, la semejanza que ofrecen sus singulares caracteres petrográficos con los de otros estratos que hacen parte del grupo de la caliza de Bidache en algunas localidades francesas de la vecina cuenca del Adour (2), induce a ver en ellos una representación de este mismo grupo, considerado ya generalmente como cenomanense. Es de advertir además, que el ingeniero Sr. Adán de Yarza observó también unos depósitos de composición y de caracteres análogos en varios parajes del territorio vascongado, los cuales refirió desde luego al tramo cenomanense, fundándose en razones

(1) Stuart Menteah, *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 3.^a serie, vol. IX, página 637.

(2) L. Carez, *La géologie des Pyrénées françaises*, vol. I, pág. 376.

de orden paleontológico (1). En el tramo cenomanense consideraré, pues, también incluido el mencionado *flisch* (2), haciendo previamente notar que, dentro al menos de los confines navarros, únicamente se le señala en la vertiente al Cantábrico sin que se advierta indicio alguno de la misma formación en la vertiente al Ebro.

De las varias fajas que ocupa el terreno cenomanense en el suelo navarro, la más notable, no por lo que atañe a su extensión sino por lo heterogéneo de su composición petrográfica, es una que comienza por Poniente, en la margen izquierda del Bidasoa, dentro de la jurisdicción de Lesaca, pasa de aquí al término de Vera y continúa después con dirección a Levante, siguiendo agua arriba el curso del riachuelo de Alzate, para ir a internarse en territorio francés por el puerto de Sare, entre el monte La-Rhune y el pico de Ibantelli. Su longitud, comprendida dentro de los confines navarros, es próximamente de ocho kilómetros, y su anchura máxima no pasa de dos y medio. La disposición que a lo largo de ella ofrecen los estratos cenomanenses acusa en éstos un sinclinal, cuyas dos ramas se apoyan, respectivamente, por el Norte y por el Sur, sobre las masas triásicas y paleozoicas que limitan por uno y otro lado la cuenca del riachuelo mencionado.

Las rocas de origen detrítico muestran en el tramo cenomanense de esta parte del Pirineo un desarrollo y una variedad que no son los ordinarios en los suelos de su misma edad. Las lomas próximas por el Norte a la villa de Vera, que resaltan en el lado septentrional de la referida faja, deben su relieve a una serie de capas, en la que intervienen sin orden determinadas areniscas y pudingas más o menos friables, conglomerados de elementos menudos de cuarzo y de pizarra con cemento arcilloso, mar-

(1) *Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa*, págs. 66 y 68.

(2) Como en las páginas que siguen no rehusó, para mayor facilidad de expresión, emplear alguna vez este vocablo, refiriéndome a la antedicha serie de estratos, debo recordar que con el mismo se han designado por los geólogos ciertos depósitos sedimentarios de edad eocena, y por lo tanto, al adoptar con el objeto indicado la denominación aplicada por Stuart-Menteah, preciso es hacer distinción entre *flisch* cretáceo y *flisch* coceno.

gas pizarreñas y arcillas de color rojo, las cuales capas conservan casi invariable su buzamiento entre S. SO. y S. SE., sumando en total un espesor de más de 250 metros. Cerca de Vera, en la subida al cerro del Calvario, se encuentra, haciendo parte de esta serie, un banco de más de dos metros de grueso, formado por la aglomeración, mediante un cemento arcilloso, de cantos de granito y de pegmatita, muy voluminosos algunos de ellos, juntamente con otros más pequeños de neis, de pizarra, etc. A partir de Vera, la antedicha serie detrítica se extiende con dirección a Levante, conservando en sus estratos próximamente el mismo arrumbamiento, pero aminorada en su espesor y sin que dejen de verse de trecho en trecho cantos de granito entre los elementos clásticos de alguna de sus hiladas. En la subida al puerto de Sare, cerca ya de la frontera, señalan su continuación una fila de mogotes formados por conglomerados poligénicos, en los que predomina el elemento silíceo, y que acompañados de algunas capas de margas se apoyan con buzamiento meridional en las grauvacas carboníferas del pie del monte La-Rhune.

Sobre el precitado conjunto de sedimentos, descansan, sin discordancia estratigráfica aparente, gruesos bancos de caliza, en los que suelen verse embutidos cantos angulosos, también de caliza, distinguibles por su color más oscuro que el de la masa envolvente. En uno de esos cantos, recogido en las cercanías de Vera, tuve ocasión de reconocer un coralarío fósil del género *Favosites*, indicio evidente de su procedencia paleozoica. A la zona caliza sucede otra no menos importante, de composición esencialmente margosa, en la cual se reconocen los caracteres anteriormente indicados, peculiares de *flisch* cenomanense. Dicha zona margosa constituye el suelo de gran parte de la vega de Alzate y ocupa además un espacio considerable a lo largo de la margen izquierda del Bidasoa, dentro de las pertenencias de la mina «Ley», donde se hace notar por el color rojizo que presentan sus materiales constitutivos. El criadero que en esta mina se explota, y es el que principalmente viene abasteciendo el establecimiento side-

rúrgico de Vera, se halla intercalado entre los estratos cretáceos, y así las circunstancias que en él concurren, como sus condiciones de yacimiento, inducen a suponerlo de formación metasomática, mediante la cual ha llegado a efectuarse la substitución por óxido de hierro de masas de caliza originariamente asociadas a las pizarras del flisch.

Un kilómetro al Sur de Vera reaparecen, bajo la serie de margas pizarreñas, los bancos de caliza compacta, pero ya con el buzamiento al 4.º cuadrante y apoyados, con intermedio de unas cuantas hiladas detríticas, sobre las rocas paleozoicas, que señalan por esta parte el límite meridional de la faja cretácea. El espesor que aquí representan en total dichos bancos no baja de 50 metros, a juzgar por el que acusan sus afloramientos en las canteiras de Arguinzó y de Argaiz.

Por último, a Levante del barrio de Alzate resaltan a orillas del riachuelo de este nombre varios altozanos, en los cuales, a las margas y areniscas del flisch, que aquí yacen casi horizontales, se asocian estratos de caliza de poco espesor, unos con aspecto del mármol, y otros conteniendo guijarrillos de cuarzo. El pederrial acompaña también a los antedichos materiales, formando entre ellos lechos discontinuos que alcanzan hasta 0,80 de grueso.

De igual modo que sucede en otras localidades de Navarra, escasean los restos fósiles en el terreno cenomanense de la comarca de Vera, y muy contados son los datos paleontológicos que puedo aducir referentes al mismo, teniendo que limitarme a mencionar el *Sphaerulites foliaceus*, Lamk, encontrado en las calizas por Stuart Menteah (1) y la *Orbitolina concava*, Lamk, que, aunque no con abundancia, suele verse en las margas sabulosas del NE. de Alzate y en las areniscas del cerro del Calvario de Vera, además de una *Janira* observada por mí en este último paraje.

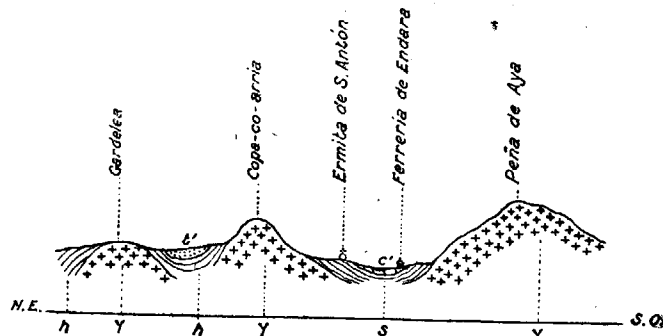
La faja cretácea cuyos detalles quedan reseñados, y que, según hice ya constar, traspasa el confín internacional por el collado de Sare, ensancha considerablemente al penetrar en suelo francés, y

(1) *Bulletin de la Soc. géolog. de France*, t. IX, 3.ª serie, pág. 303.

extendiéndose por la vertiente izquierda del río Nivelles llega, como el adjunto mapa indica, a abarcar otra porción de territorio navarro, dentro de la cual se hallan comprendidos el pueblo de Zugarramurdi y los barrios de Leorlás, Landibar y Dancharinea, del de Urdax. El terreno cenomanense muestra aquí, con muy poca diferencia, la misma composición mineralógica anteriormente expuesta. Forman su base, igualmente que en Vera y en Alzate, pudingas, areniscas y conglomerados poligénicos de cemento margoso, apoyados con gran inclinación septentrional sobre las areniscas triásicas de la falda de Peñaplata. Sigue después una zona de caliza, cuya dirección señalan dentro de los confines españoles grandes crestones alineados de Levante a Poniente, desde la margen del arroyo de Urdax hasta las inmediaciones de Zugarramurdi. La cueva del Alquelarre, que siglos atrás hizo célebre el nombre de este pueblo, y la de Icaburu, notable más que por sus dimensiones por las curiosidades que en su interior se admiran, se hallan abiertas en dicha zona. A los bancos de caliza se superponen los estratos margosos y sabulosos del flisch, entre los que suelen verse intercalados algunos de aquella misma roca. Sus afloramientos se señalan en el ondulado suelo que media hasta las márgenes del arroyo Landibar por una serie de bandas de distinta coloración, agrupadas con notable regularidad y orientadas casi invariablemente en dirección de Este a Oeste, y así también se manifiestan a lo largo del cauce del citado arroyo en el paraje donde le cruza el puente internacional de Dancharinea. Dada la extensión en que tales afloramientos se suceden, preciso es suponer repetidos pliegues en dichos estratos, ya que de lo contrario habría que atribuir a éstos un espesor total realmente inverosímil. Dos kilómetros a Levante de Zugarramurdi, en la bajada a Dancharinea, se ven las rocas del flisch directamente apoyadas sobre las carboníferas, pero esto tan solo en un breve trecho, pues poco más adelante, en la misma dirección, reaparece entre ellas la arenisca triásica juntamente con la caliza cretácea.

Una faja cenomanense, constituida casi exclusivamente, al menos en la parte correspondiente a Navarra, por materiales del

flisch, penetra en esta provincia desde la de Guipúzcoa por el puerto de Arechulegui y avanza a lo largo de la barranca de Endara hasta más abajo de la ferrería de este mismo nombre. Sus capas, en las cuales predomina el elemento margoso, y que presentan un color amarillento casi uniforme, descansan sobre las pizarras silurianas que dicha barranca surca, menos en las inmediaciones del lindero provincial, donde llegan a ponerse en contacto con el granito de la falda occidental del monte Aya. El corte

Fig. 13.^a

s. Pizarras silurianas.—h. Pudingas y pizarras carboníferas.—t'. Arenisca roja del Triás.
c'. Margas y arcillas pizarreñas cenomanenses.—r. Granito.

representado en la figura 13.^a indica las condiciones de yacimiento del flisch cenomanense en la referida barranca de Endara.

En el tramo cenomanense supongo también comprendido un pequeño isleo de caliza sobrepuesto asimismo a las pizarras silurianas, que se descubre en el lado Sur de la antedicha faja de flisch, no lejos de la ermita de San Antón. La roca de dicho isleo es blanca, de textura fino-granuda, y en ella se ven envueltos trozos de pizarra de origen indudablemente paleozoico, a juzgar por sus caracteres mineralógicos.

Dentro de los confines navarros, el flisch cenomanense presenta su mayor desarrollo superficial en los términos de Leiza y de Ezcurra, donde ocupa un espacio de 8 kilómetros próximamente de longitud en sentido de Poniente a Levante, con un ancho medio no menor de dos en su mitad occidental, y reducido en su

continuación a una estrecha faja que va siguiendo la vertiente izquierda del río Ezcurra hasta cerca del puente de Loiztia. Limita este espacio por el Sur la falla del Bidasoa, cuyos efectos también aquí se manifiestan, y a lo largo de la cual han quedado los estratos cenomanenses en contacto anormal con carnioles triásicas y con calizas del Lías, mientras que por el Norte se ven dichos estratos apoyados directamente ya en la arenisca roja, como se observa en los alrededores de Ezcurra; ya en las grauvacas carboníferas, como sucede frente a Leiza, al pie de las laderas de Charagorri. La caliza acompaña también a esta masa de flisch, asomando por bajo de ella en dos sitios distintos de su contorno. Uno de estos asomos se encuentra al NE. de Leiza, donde los bancos de la mencionada roca, inclinados con gran pendiente al Sur y apoyados sobre margas pizarreñas del triás, determinan las crestas de Beriñas en el comienzo de la vertiente al río Urumea. Otro aparece en las cercanías del puente de Loiztia, con sus estratos también muy dislocados y descansando sobre areniscas del triás. En ambos asomos se muestra la caliza con los mismos caracteres, y entre sus hiladas hay algunas que contienen con abundancia conchas fósiles del género *Ostrea*. Los estratos del flisch de Leiza se arrumban con dirección predominante de NE. a SO., pero cambian de buzamiento con insólita frecuencia, y muestra de ello son los prolongados zizcas con que se manifiestan sus afloramientos en los cortes de la carretera de Tolosa, no lejos de su empalme con el camino de Areso.

Sobre las margas albenses del valle de Larraun se destaca una serie de bancos de caliza poco desviados de la posición horizontal, los cuales forman la escarpada meseta de Arbe, a cuyo pie, en su lado occidental, se halla situado el pueblo de Lecumberri, y la serrazuela que la enlaza por Levante con el monte de Echarri. El espesor total que dichos bancos componen no excede de 60 metros. Los inferiores, hasta poco más arriba de la mitad de la altura de la meseta, contienen orbitolinas, con profusión tal en algunos sitios que la caliza presenta el aspecto de una verdadera roca zógena. Juntamente con las orbitolinas suelen verse también aquí

restos de *Cidaris*, probablemente de la especie *C. vesiculosa*, Golf. y artejos de crinoides. Las calizas de la cumbre son de color más claro que las anteriores, y en ellas suelen encontrarse, además de otros fósiles vaciados de *Rhynchonella Cuvieri*, D'Orb. La manera como aparecen dispuestos junto a Lecumberri los estratos albenses y cenomanenses, es la indicada en la figura 12, inserta en la página 90, la cual representa un perfil geológico trazado desde los montes de Azpiroz hasta la hoz de los molinos de Muguiro, o sea en un trayecto de cerca de cinco kilómetros.

A Sud de Betelu, y sobrepuesto también a las margas albenses, se encuentra junto a la escarpa en que afloran los estratos liásicos de las Malloas de Baraibar, el gigante peñasco de Mendioz, formado por calizas parecidas a las de la meseta de Arbe de Lecumberri y conteniendo asimismo orbitolinas, aunque mucho menos abundantes. La situación en que dicho peñasco aparece sobre los materiales albenses, de los cuales cubre un espacio no mayor de dos hectáreas, induce a considerarlo como el remanente de una vasta formación cenomanense ya desaparecida casi por completo, la cual debió de estar en contacto anormal con los referidos estratos liásicos mediante la falla de Aralar. Esta observación es igualmente aplicable a un pequeño isleto de la misma naturaleza, que se encuentra en condiciones análogas de yacimiento al SE. del pueblo de Baraibar.

Al tramo cenomanense refiero también, ateniéndome principalmente a su composición mineralógica, otra faja de terreno constituida por calizas y margas de color gris claro, la cual penetra en la provincia de Navarra desde la de Guipúzcoa por la desembocadura del valle de Araiz en tierra vascongada, y desde aquí sube por la vertiente derecha de dicho valle con rumbo a Levante, cada vez más reducida en su anchura, para terminar en las caídas meridionales del puerto de Huici, frente al pueblo de este nombre. Sus estratos se apoyan por el lado del Norte, casi siempre con gran inclinación, sobre los albenses de los montes que se alzan entre Areso y Huici; por el Sur les sirve en parte de límite la falla de Huici, ya antes de ahora mencionada; y en su continuación

hasta los linderos de Guipúzcoa muestran grandes trastornos, apareciendo a veces levantados casi verticalmente, y aun con el buzamiento invertido en su contacto con los albenses del referido valle de Araiz. Los únicos fósiles en ellos encontrados, insuficientes ciertamente como dato para determinar su edad, son orbitolinas de clasificación dudosa, esparcidas en las margas, y conchas de ostras difíciles de extraer de las calizas que las contienen. Esto no obstante, los caracteres y la composición de dichos estratos, notablemente distintos de los de las formaciones infracretáceas, y además su yacimiento sobre los albenses, inducen a considerarlos dentro ya de la serie cretácea. Como cretáceos y referidos al tramo cenomanense, han sido ya indicados en la figura 5.^a, inserta en la página 37.

A las calizas aptenses de la faja de esta edad que asoma a lo largo de la vertiente izquierda del Bidasoa desde el cerro Irulár de Irurita hasta cerca de Donamaría, se sobreponen otras que difieren de ellas muy visiblemente y en las cuales supongo también representado, aun cuando en pequeña escala, el tramo cenomanense. Dichas calizas, de color generalmente claro, a veces rojizo, y entre las que se intercalan algunas fosilíferas constituyendo la variedad lumaquela, ofrecen su principal desarrollo en la ladera de Oportegui, al Sur de Mugaire, donde sus bancos, inclinados con buzamiento al segundo cuadrante, afloran en una zona poco más ancha de 40 metros bajo las margas sabulosas turonenses de los altos de Zozaya. A Levante de Oportegui, la carretera del Baztán cruza en un breve trecho de su kilómetro 47 las referidas calizas cenomanenses, y más hacia Levante señalase también la continuación de las mismas a través del monte Barazondoa de Oronoz, viéndose todavía sus últimos asomos por ese rumbo, reducidos ya a un exiguo espesor, entre las rocas aptenses y las turonenses del cerro Irulár de Irurita. Asomos de caliza con caracteres análogos a los antedichos se observan también en medio de las aptenses y las del tramo danés en el lado occidental del cerro de Santa Leocadia, cerca del cementerio de Donamaría. Los restos fósiles que caracterizan la variedad lumaquela en los afloramientos mencionados,

son casi todos de *Ostrea*, a que acompañan algunos de *Hippurites*, según indican los ejemplares que, aunque incompletos, he logrado reconocer.

Las rocas cenomanenses ocupan también espacios de relativa importancia en las alturas de la sierra de Ulzama. A Levante de la cresta de Elcárrico, donde la cumbre ensancha notablemente, resalta sobre los estratos aptenses en un largo de más de un kilómetro la loma de Bidecorri, formada por una serie de bancos de caliza de color gris claro, de los cuales los inferiores contienen, con abundancia en algunos sitios, cantos más o menos redondeados de igual naturaleza, pero de color más oscuros. Aun cuando no he encontrado en estas calizas más fósiles que algunas orbitolinas, las circunstancias de su yacimiento y sus caracteres mineralógicos me inducen a considerarlas de dicha edad.

Al tramo cenomanense refiero asimismo una faja constituida por materiales análogos que forma las altas cimas de la cordillera en su mitad occidental a partir del puerto de Larremiar. Los bancos de caliza, poco desviados aquí de la posición horizontal, y tajados en algunos trechos de su contorno, resaltan muy visiblemente sobre los materiales albenses que en una y otra vertiente asoman.

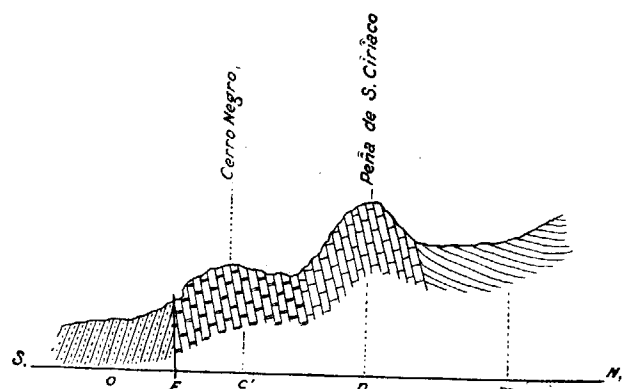
La sierra de Aralar, en cuyo relieve intervienen principalmente, según ya queda indicado, formaciones cretáceas e infracretáceas, muestra en las series de crestones que se alinean a determinada altura, a lo largo de su vertiente meridional, la continuación de otra faja cenomanense, que desde la comarca guipuzcoana vecina se extiende hacia Levante por espacio de 20 kilómetros, y con anchura decreciente hasta extinguirse dentro de Navarra. En esta faja supongo comprendidas las masas de caliza que, acompañadas de algunos lechos margosos, se apoyan con grande inclinación al S. SO. sobre los estratos albenses del puerto de Lizarruste y de las laderas de Putzarri, junto al lindero de ambas provincias, y a las cuales, a su vez, se sobreponen los turonenses del valle del Araquil. De la misma faja forman también parte los bancos de caliza que se destacan en el monte Orobe, al Norte de Al-

sasua, y cuya edad geológica indica la *Rhynchonella Grassiana*, D'Orb., y la *Rh. contorta*, D'Orb., aquí encontradas. A Levante de Putzarri las rocas cenomanenses, conservando el buzamiento general al Sur, descansan, no ya en estratos albenses, sino sobre las calizas aptenses de la alta vertiente de la cordillera, y aunque la escabrosidad del suelo en estas alturas, agravada con la escasez de indicaciones paleontológicas, hace muy difícil el deslinde entre unas y otras, reconócese al menos la alineación de la faja cretácea en la serie de crestas, que cruza próximamente en su promedio el camino de bajada desde el santuario de San Miguel a Huarte Araquil, y cuya edad geológica confirma un ejemplar de *Pecten elongatus*, D'Orb., encontrado en ellas. Hacia el extremo oriental de la cordillera se ven aflorar cerca ya de la cumbre, en su vertiente meridional, calizas con *Orbitolina concava*, Lmk., en las cuales se apoyan las turonenses, que aquí suben también hasta gran altura, con lo cual se reduce notablemente el ancho de la faja cenomanense. Los estratos de esta edad se prolongan, sin embargo, todavía con dirección a Levante, transversalmente al barranco del río Larraun, y avanzan por último hasta el monte de la Trinidad, de Irurzun, en cuya vertiente meridional se observan asimismo sus afloramientos. Así aparece también demostrado por las observaciones de Du Verneuil, Collomb y Triger, que años atrás visitaron esta altura, en la cual hallaron, además de otros fósiles cretáceos, *Orbitolina cónica*, d'Arch., *Toucasia laevigata*, d'Orb., y *Cidaris vesiculosa*, Goldf. (1).

Otra faja cenomanense, no tan notable por sus dimensiones como por su situación en medio de las formaciones terciarias de la zona central de la provincia, se descubre al Norte de Alloz, junto al extremo SO. del valle de Yerri. La constituyen unas calizas margosas y sabulosas de color gris ceniciento, las cuales contienen orbitolinas de la especie *O. concava*, Lmk.; y a estas calizas, que dirigen su buzamiento al Norte con gran inclinación, se sobrepo-

(1) «Note sur une partie du pays basque espagnol». *Bull. de la Soc. géol. de France*, vol. XVII, 2.^a serie, pág. 350.

nen otras, en que abundan los restos de *Nummulites*. El espesor que en total componen las calizas de ambas edades pasa de 300 metros, y sus afloramientos resaltan en grandes crestones, alineados de Este a Oeste en un trayecto de cerca de dos kilómetros, transversal al curso del río Salado, que a través de ellos se ha abierto angosto paso por el boquete de Zarrabia. Sobre las calizas numulíticas descansan por el lado septentrional los estratos miocenos del collado de Ilurre, mientras que las cenomanenses están por el Sur en contacto anormal con areniscas oligocenas, tal como lo indica la figura 14, que representa el perfil geológico de la

Fig. 14.^a

c'. Calizas cenomanenses.—n. Calizas eocenas.—o. Areniscas y arcillas oligocenas.
m. Maciños y yesos miocenos.—F. Falla.

vertiente izquierda del Salado a Levante de la granja de Alloz.

A Poniente de la ciudad de Estella, en dirección al confin alavés, son varios los sitios donde asoman también rocas cenomanenses, ya a través de formaciones cretáceas más modernas, ya entre depósitos sedimentarios de otras distintas edades. La carretera que desde dicha ciudad conduce a los valles de Amescua, siguiendo agua arriba el curso del río Urederra por su vertiente izquierda, atraviesa poco más allá de la venta de Artabia un manchón de caliza que resalta, cercado por margas turonenses, en el extremo septentrional del valle de Allín. La roca de este

asomo es blancoamarillenta, más o menos arcillosa, forma bancos no muy gruesos, tendidos con buzamiento variable, y contiene restos, por lo regular no bien conservados, de una especie de ostra, muy parecida, salvo su menor tamaño, a la *O. cónica*, d'Orb. Cinco kilómetros más a Poniente el riachuelo Viarra, que surca profundamente las margas senonenses del valle de Amescua alta, ha puesto en descubierto por bajo de ellas, junto al pueblo de Eulate, unas calizas, cuya edad geológica indican los restos de *Acanthoceras Rhotomagense*, Brong., allí encontrados.

Entre el pueblo de Zubielqui y la granja de Santa Gema, a Poniente de Zufia, se pisa un suelo constituido esencialmente por margas más o menos sabulosas, con frecuencia micáferas, de color obscuro y estructura laminar, a que acompañan areniscas pardo-rojizas y arcillas pizarreñas con lentejones de caliza ferruginosa. En las margas sabulosas, así como también en las areniscas, suelen encontrarse aquí, además de otros fósiles difíciles de clasificar, orbitolinas de la especie *O. cóncava*, Lmk., y en las arcillas, aunque con menos frecuencia, terebrátulas y rinconelas de pequeño tamaño, en no buen estado de conservación. Los antedichos materiales se destacan en una serie de altozanos, alineados a la derecha de la carretera de Estella a Vitoria, y por el Norte se ocultan bajo las margas turonenses del vecino valle de Allín, hacia el cual dirigen su buzamiento, mientras que por el opuesto rumbo avanzan hasta la margen derecha del Ega, para apoyarse con débil inclinación en las carñiolas triásicas de los montes de Arbeiza. Su composición mineralógica, distinta de la que se observa en los otros afloramientos cenomanenses comarcanos, podría quizás originar dudas respecto al nivel geológico a que corresponden, a no contar con el dato paleontológico arriba indicado, ya reconocido años atrás por el Sr. Mallada (1), de conformidad con lo observado anteriormente por Mr. Carez (2).

Mucha mayor importancia que las fajas cenomanenses hasta

(1) *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, t. IX, pág. 47.

(2) *Étude dans terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*, página 120.

ahora mencionadas, y las que todavía habré de mencionar, alcanza en el suelo navarro otra de la misma edad que desde Álava penetra en él por sus confines del SO., señalándose con altísimos relieves orográficos en la zona limítrofe de ambas provincias. Forma parte principal de esta faja, dentro de Navarra, la cordillera que desde la Peña del Castillo de La Población se extiende hacia Levante, hasta más allá de Piedramillera, y en la cual se destacan con altitudes de más de 1.400 metros las agudas cimas de la sierra de Codés. En su composición intervienen casi exclusivamente calizas de color blanquecino, rara vez amarillentas o rojizas: unas son compactas y marmóreas, otras hay sabulosas, que suelen además contener guijarrillos de cuarzo, y no faltan tampoco las variedades arcillosas, en que se reconoce el tránsito a verdaderas margas. Los fósiles son muy escasos en estas rocas, de las que únicamente he logrado obtener restos de una especie de ostra, parecida a la *O. cónica*, D'Orb. A falta, pues, de datos paleontológicos concluyentes, me he atenido para determinar su edad geológica a consideraciones de orden petrográfico, afirmadas con la autorizada opinión del ingeniero señor Adán de Yarza (1), que refiere también al tramo cenomanense las masas calizas de la sierra alavesa de Toloño, de las cuales son continuación en el suelo navarro las de la antedicha cordillera. Las capas cretáceas se orientan aquí con buzamiento general al primer cuadrante y con inclinación variable, mostrándose casi verticales y hasta con pendiente invertida en algunas de las cumbres más elevadas, sin que dejen de observarse además en ellas grandes trastornos, que se manifiestan por repetidos pliegues o por cambios bruscos de arrumbamiento. Las inmediaciones del puerto de Genevilla y los peñascales de Aguilar son dos de los parajes donde más visiblemente se hacen notar esos accidentes estratigráficos.

En la vertiente Sur de la sierra de Codés las calizas cenomanenses se encuentran en contacto con areniscas y margas oligocenas, que asoman asimismo muy inclinadas al pie de dicha

(1) *Descripción física y geológica de la provincia de Álava*, pág. 62.

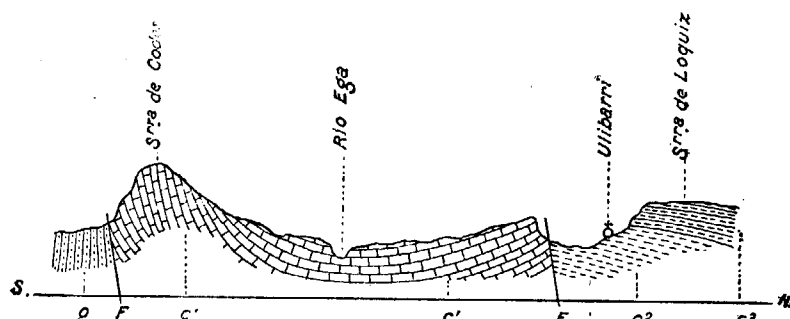
vertiente en los valles de Aguilar y La Berrueza. La disposición relativa que en unas y otras se observa hace suponer una falla, dirigida próximamente de E. NE. a O. SO., cuyos efectos han debido de manifestarse con anterioridad al periodo mioceno, puesto que en el extremo occidental de la cordillera se ven al pie de las Peñas de La Población los sedimentos de esta última edad, que avanzan desde la ribera del Ebro, poco o nada desviados de su horizontalidad primitiva; y aun sin salir del valle de Aguilar suelen verse retazos más o menos extensos de conglomerados miocenos, yacientes sobre los materiales oligocenos, y ocultando a veces el contacto de éstos con los cretáceos.

Al pie de la cordillera, en su lado septentrional, surca la faja cenomanense una sinuosa cañada, que comunica por ambos extremos con tierra alavesa, y a lo largo de la cual corre, acrecentándose al paso con varios manantiales, uno de los afluentes que contribuyen a formar el caudal del Ega. Cabredo, Marañón y Genevilla, pueblos navarros los tres, se hallan situados dentro de dicha cañada, cuyo suelo cubren en espacios no pequeños, los derrubios de las calizas que afloran en sus laderas.

Desde la falda Norte de la sierra de Codés hasta la vaguada del Ega, media dentro de los confines navarros un suelo ondulado, correspondiente a la villa de Acedo, en el cual, descartados algunos manchones de formación diluvial, se ven asomar continuamente calizas cenomanenses con el buzamiento dirigido casi sin variación al primer cuadrante, pero ya mucho menos dislocadas que lo están en las cumbres vecinas. El barranco que sirve de cauce al mencionado río por espacio de cuatro kilómetros, a contar desde el puente de Arguijas en que abandona definitivamente el territorio alavés, se halla abierto en dichas calizas. Las rocas cenomanenses se extienden también al otro lado del Ega, y, cambiando de buzamiento hacia el SO., avanzan por el Norte, con sus estratos cada vez más inclinados, hasta el lindero del valle de Lana, donde quedan cortadas por otra falla orientada de E. NE. a O. SO., a causa de lo cual aparecen anormalmente sobrepuestas a las margas turonenses que se descubren en el fondo de dicho

valle. Los detalles estratigráficos que anteceden están indicados en la figura 15, la cual representa un corte transversal a la sierra de Codés, pasando a Poniente y no lejos de la villa de Acedo.

A continuación de la sierra de Codés, la faja cenomanense se prolonga todavía hacia Levante, y pasada la depresión en que asienta el pueblo de Mendaza, donde se oculta parcialmente bajo

Fig. 15.^a

c¹. Calizas cenomanenses.—c². Margas turonenses.—c³. Margas senonenses.—o. Areniscas y arcillas oligocenas.—FF. Fallas.

sedimentos de origen diluvial, vuelve a destacarse de nuevo en los escarpados cerros de Peña Grande, Santa Coloma y Peña de la Iglesia, que se alinean al Norte de Piedramillera. En esta última sección de la faja cretácea, los estratos, salvo algunos trastornos de alcance meramente local, conservan sus buzamientos dirigidos al primer cuadrante, apareciendo también aquí anormalmente superpuestos a los oligocenos del valle de La Berrueza, que les son contiguos por el Sur, y ocultándose en sus caídas al Norte bajo importantes masas de aluvión, acumuladas en ambos márgenes del Ega.

En las comarcas del NE. de Navarra, donde, según haré notar más adelante, predominan en la constitución geológica del suelo materiales de las formaciones cretáceas más modernas, se ven también repetidamente asomar por bajo de éstos los cenomanenses, cuyo completo deslinde no deja, sin embargo, de ofrecer a veces alguna dificultad, por las causas ya anteriormente expuestas. Una estrecha faja de calizas, a que atribuyo edad ceno-

manense, se interpone entre las masas paleozoicas de los montes que se alzan al NE. de Roncesvalles y las margas senonenses que las rodean por Mediodía y Levante, dentro de los confines españoles. Comienza por el Oeste, en el sitio llamado Lasarte, hacia el promedio del camino que desde Roncesvalles conduce al sitio donde tuvo asiento la antigua fábrica de Orbaiceta. Las calizas que aquí afloran inclinan 45° al NE. en su contacto con las pizarras cambrianas de la falda meridional de Orzanzurieta, el cual contacto, evidentemente anormal, es debido a la falla misma que dirigida próximamente de Este a Oeste, ha determinado al Norte de Cilbeti igual anomalía entre las margas senonenses y las areniscas del Trías. Son las calizas de Lasarte de colores blanco y rojizo, contienen guijarrillos de cuarzo, y en ellas suelen encontrarse además restos indeterminables de una especie de *Ostrea*. Un kilómetro a Poniente de este paraje, siguiendo el camino poco ha mencionado, se ven las rocas cenomanenses, representadas por calizas más o menos arcillosas, en contacto asimismo anormal con las cuarcitas silurianas de Peñas Pardas, y más adelante todavía, una larga serie de crestas en que los bancos de caliza, muy inclinados con buzamiento oriental, se apoyan directamente sobre las pizarras devonianas, señala los afloramientos de la faja cenomanense junto a la explanada de la antigua fábrica de municiones de Orbaiceta, y seguidamente su continuación hacia el Norte por las vertientes de Larraca, hasta las alturas fronterizas de Urcullua y Mendilaz, en cuyas cimas resaltan, tendidos casi horizontalmente, los estratos cretáceos.

A Levante del caserío de Larraca, en el paraje llamado Arrazola, aparecen también las calizas cenomanenses a través de las margas senonenses del bosque de Irati, destacando sus asomos en torno de un pequeño rodal de arenisca devoniana que en dicho paraje se descubre.

Cenomanenses son también las calizas de la escarpa de Lazagorria, que limita por el Norte la vega de Velagua, perteneciente al pueblo de Isaba, en la proximidad de la frontera francesa. Asoman estas calizas bajo los estratos daneses, al pie de la

vertiente española de la cresta de Lácara, arrumbadas, como ellos, con ligera inclinación al primer cuadrante. En algunos de sus bancos suelen verse embutidos trozos de pizarra procedentes, a juzgar por sus caracteres, de rocas paleozoicas, y en la base de la escarpa se les asocian areniscas arcillosas que contienen fósiles de los géneros *Orbitolina*, *Janira* y *Rhynchonella*. Las circunstancias que concurren en el afloramiento de las calizas cenomanenses de Lazagorria inducen a atribuirlo a una falla dirigida próximamente de Este a Oeste, y cuya alineación coincide con el eje de un anticlinal de los estratos daneses, que se manifiesta muy visiblemente en las tajadas márgenes del barranco de Arracogoití, allí cercano.

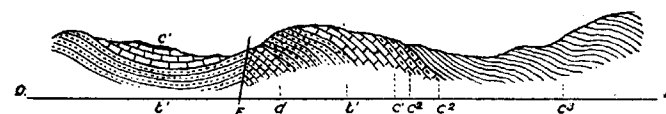
Interrumpiendo el contacto directo de las margas senonenses de las vertientes del Irati con las manchas triásicas que a través de ellas asoman al Sur de Aríbe y de Burguete, se ven aflorar en varios sitios unas calizas blanquecinas o amarillentas, compactas o marmóreas, que en sus hiladas inferiores se hacen sabulosas, y en las cuales encontró Mr. Stuart Menteah años atrás (1) *Orbitolina cóncava*, Lamk, lo cual comprueba, en armonía con su situación estratigráfica, su edad cenomanense. Dichas calizas muestran su máximo desarrollo aparente junto al *Puente negro*, un kilómetro al Oeste de Aríbe, donde los tajos del lado septentrional de la carretera las cortan en dirección próximamente transversal a los estratos, así como a las areniscas triásicas sobre que se apoyan, apareciendo unas y otras en la disposición que representa la figura 16.^a. Las mismas rocas se observan por bajo de este sitio en la margen derecha del Irati. Las cretáceas inclinan aquí 45° al NO., y en sus hiladas sabulosas inferiores suelen encontrarse restos vegetales carbonizados. Un copioso manantial, a que ya desde tiempo antiguo viene atribuyéndose virtudes medicinales, brota cerca de Aríbe de las calizas cenomanenses que asoman también en la orilla izquierda del río mencionado. Otros afloramientos de rocas de igual edad y de la misma naturaleza, pero

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, C. R., vol. XXIII, 3.^a serie, pág. CLXVI.

mucho menos importantes, se encuentran en las inmediaciones de la venta de Arrieta, en los alrededores de Urdiroz y en el pueblo de Imizcoz, cuyo caserío asienta casi todo sobre gruesos bancos de caliza.

Un kilómetro al Sur de Burguete vuelven a verse calizas cenomanenses en el extremo septentrional de una mancha de esta edad

Fig. 16.^a



d. Calizas devonianas.—t. Areniscas triásicas.—c¹. Calizas cenomanenses.—c². Calizas turonenses.—s. Margas senonenses.—F. Falla.

que se extiende desde allí a los términos de Espinal y Mezquiriz, y cuyos bancos, debilmente inclinados con buzamiento variable del primero al cuarto cuadrante, se apoyan en parte sobre los estratos albenses que se descubren en la margen del Urrobi, y en parte también sobre los triásicos del valle de Arce.

Por último, a Poniente, y no lejos de estos parajes, vuelven a reconocerse de nuevo las calizas cenomanenses en dos pequeñas manchas que asoman a través de las margas senonenses del valle de Erro. Una de ellas se destaca en la loma de Oyaneder, entre Esnoz y Lusarreta; la otra está surcada a gran profundidad por la hoz de Labunchi, donde el río Erro pierde gran parte de su caudal en varios sumideros que encuentra al paso.

Resumiendo lo que aparece expuesto en los párrafos anteriores, tocante a la distribución de los depósitos cenomanenses en el suelo navarro, adviértese desde luego que dichos depósitos alcanzan su mayor extensión en las comarcas del Oeste y del Noroeste. En estas mismas comarcas es también, análogamente a lo que se observa en las formaciones aptense y albense, donde presentan su máximo espesor. No baja de 350 metros el que componen en total los bancos de caliza cretácea acumulados en el macizo de la sierra de Codés, ni es muy inferior a éste el que suman las hiladas detríticas de la faja cenomanense de Vera. En cambio, en las man-

chas y afloramientos de esta edad que se encuentran en el resto de la provincia es siempre bastante menor, y sitios hay donde no excede de una veintena de metros. Tal sucede en Imizcoz, en el cerro de Santa Lucía de Donamaría, en el de Irular de Iru-rita, etc.

TRAMO TURONENSE

Son varios los sitios en que se observan indicios más o menos evidentes de sedimentos turonenses, formando parte de la serie de terrenos cretáceos en la región septentrional de Navarra; pero donde tales sedimentos alcanzan mayor desarrollo superficial es en el valle del río Araquil, vulgarmente llamado La Barranca, dentro del cual determinan una faja de ancho variable, nunca menor de un kilómetro, extendida a lo largo de la falda de la cordillera de Aralar, que limita dicho valle por su lado septentrional.

El depósito turonense de La Barranca muestra su máximo espesor en las laderas del monte Larrazpil, que se alzan al Norte de Echaverri, en la mitad oriental del valle. El camino que desde este pueblo conduce a la cumbre de la antedicha cordillera lo cruza transversalmente a la dirección de sus estratos, cuyos afloramientos, por circunstancias especiales de la localidad, son aquí más accesibles a la observación que en otros sitios de la misma faja. A poco de salir del citado Echaverri, bajo las margas senonenses que forman casi todo el suelo de La Barranca y que avanzan por esta parte hasta el pie de las vertientes de Larrazpil, se ven ya asomar las rocas turonenses, representadas por calizas y margas repetidamente alternantes, y arrumbadas con gran inclinación al S. SO., las cuales se suceden, conservando casi invariablemente el mismo arrumbamiento, hasta el promedio de las cuevas de Madoz y de Ata, donde se las ve apoyadas a su vez sobre calizas de *Orbitolina concava*, Lamk. Por efecto de la desigual resistencia que los estratos turonenses de distinta naturaleza oponen

a la acción demoledora de los agentes atmosféricos, los asomos de las calizas se destacan en las laderas de Larrazpil con filas de crestones próximamente horizontales, escalonadas en el sentido de la pendiente, y que observadas a cierta distancia simulan bandas de color blanquecino separadas por otras de color térreo, más o menos obscuro, propio de las hiladas margosas.

Son aquí muy abundantes los restos fósiles, si bien tal abundancia, más que en el número de especies reconocidas, estriba en el de individuos que suelen encontrarse esparcidos en los derrumbios de las rocas. De los ejemplares recogidos han podido determinarse las especies siguientes: *Janira quinquecostata*, Sow.; *Bhynchonella difformis*, D'Orb.; *Hemiaster Verneuilli*, Desh., *Astrocænia Koninki*, Edw., *A. decaphyllia*, Lamk. En el mismo yacimiento han sido hallados además otros restos de determinación específica dudosa, correspondientes a los géneros *Orbitoides*, *Trochomilia*, *Goniastrea*, *Stellaria*, etc.

Desde Echaverri hasta su remate occidental, más allá de Alsasua, señalan la continuidad de la faja turonense del Araquil, crestas de caliza que, destacándose entre masas de boscaje, se alinean con dirección casi invariable de Este a Oeste, a través de los términos de Villanueva, Irañeta, Lizárraga-Bengoia, Echarri-Aranaz, Huarte, Bacaicoa y Alsasua, pueblos todos situados sobre ella. En varios parajes de este trayecto, a las hiladas calizas del horizonte superior de la formación, se asocian unas areniscas micáceas, y de color pardo amarillento, estratificadas con notable regularidad en capas de no grande espesor, entre las cuales se intercalan lechos de pizarra arcillosa de color obscuro. Así se observa principalmente en los alrededores de Lizárraga-Bengoia y de Echarri-Aranaz donde dichas areniscas ofrecen desarrollo bastante y cualidades apropiadas para ser utilizables como piedra de construcción. En la cantera de Zapí, próxima al último pueblo citado, las excavaciones han descubierto más de una vez en las pizarras señales de lignito y, en el vecino término Bacaicoa, lo mismo las areniscas que las calizas, aparecen en varios sitios impregnadas de betún asfáltico, en grado suficiente para ser objeto

de aprovechamiento en una fábrica establecida en la misma localidad.

Los estratos turonenses de la falda meridional de la cordillera de Aralar dirigen invariablemente sus buzamientos hacia el segundo y tercer cuadrantes, casi siempre con inclinaciones de más de 45°. Únicamente al Norte de Alsasua, poco antes de su contacto con las calizas cenomanenses de los confines de Guipúzcoa, se manifiestan en ellos repetidos cambios, bien perceptibles, sobre todo dentro de la cuenca del arroyo Alzania, afluente por el Norte al río Araquil, donde se ve aflorar en más de un sitio, y con muy diverso arrumbamiento, la zona de areniscas alternantes con pizarras.

Aunque no con tanta abundancia como en las laderas de Larrazpil, se encuentran también fósiles en la continuación hacia Poniente de la misma faja turonense, y, a la lista de los mencionados anteriormente hay que agregar los *Rabdophyllia nutrix*, E. de From.; *Synastrea splendida*, E. de From.; *Astrea media*, Sou, y *Trochosmilia compressa*, Lamk, procedentes, el primero, del término de Huarte-Araquil, y los otros, del de Echarrí-Aranaz. Cerca de este último pueblo se han observado, además, en un banco de caliza marmórea sobrepuesto a las areniscas, vestigios de *Confusastrea* y de *Platyathus* específicamente indeterminables; y en una marga sabulosa de los alrededores de Alsasua restos de *Janira quinquecostata*, Sow.

Dentro todavía del valle de Araquil, a lo largo de la vaguada del río que le da nombre, se extiende desde cerca de Eguiarreta hasta más arriba de Alsasua y apoyada sin discordancia apreciable sobre las capas reconocidas ya como turonenses de la falda Sur de Aralar, una zona de margas de color ceniciento uniforme y de escasa coherencia, entre las cuales se intercalan a diferentes niveles lentejones de caliza arcillosa rojiza. Alcanzan estas margas un espesor de más de 50 metros, a juzgar por el que descubren en ciertos sitios los ribazos de las márgenes del río, y se ocultan por el Sur en sentido de su buzamiento bajo los estratos senonenses del referido valle. La línea férrea de Pamplona

a Alsasua asienta sobre ellas en un trecho de varios kilómetros.

Los únicos fósiles completos hallados en las margas cenicientas del Araquil son un *Platyathus* parecido al *P. Terquemi*, From., y una especie pequeña de *Cerithium*, cuya identidad con alguna de las conocidas hasta ahora no he logrado comprobar. A falta, pues, de indicaciones paleontológicas concluyentes, cabe la duda de si dada su situación estratigráfica, deben ser referidas al tramo turonense o al senonense. Sin embargo, aparte de que su composición más arcillosa y el tono especial de su coloración acusan en ellas caracteres distintos de los que presentan de ordinario las margas senonenses, el hecho de que en las turonenses de las faldas de la cordillera de Aralar suele asimismo observarse, aunque menos frecuentemente, la ingerencia de lentejones de caliza arcillosa rojiza, inclina a atribuirles esta última edad, si bien con ciertas salvedades, mientras subsista la carencia del argumento paleontológico.

Los estratos turonenses de las vertientes de Larrazpil se extienden también con dirección a Levante y cruzando el río Larraun en el profundo desfiladero que lo encauza agua arriba de Irurzun, vuelven a mostrar de nuevo sus afloramientos en las amplias vertientes meridionales del monte de La Trinidad. Las calizas y margas conservan aquí el buzamiento meridional e inclinaciones que no bajan de 50°, mostrándose casi verticales en la vecindad las calizas cenomanenses que, aparentemente concordantes con ellas, asoman cerca de la cumbre y en la ladera occidental del monte. Las peñas vulgarmente llamadas *Las dos hermanas* son dos grandes crestones de caliza turonense que se alzan a más de 50 metros en uno y otro lado del río Larraun, y avanzan casi hasta las márgenes con dirección transversal a la de la corriente, originando así la angostura con que termina por el Sur el desfiladero arriba mencionado. Cerca del lugar de Aizcorbe, las margas de la vertiente Sur del referido monte contienen *Astrocenia Kóninki*, Sow., además de otros coralarios fósiles de los géneros *Goniastrea* y *Trochosmilia*; y es asimismo de notar que entre el precipitado Aizcorbe y el pueblo de Gulina se descubre un

pequeño afloramiento de areniscas arcillosas alternantes con pizarras e iguales a las observadas en otros parajes del valle de Araquil.

Cuatro kilómetros al Sur de Irurzun, y no lejos del pueblo de Izurdiaga, vuelven a descubrirse sedimentos turonenses en un espacio poco mayor de tres hectáreas, alargado en sentido de Este a Oeste y cercado en todos sentidos por margas cenonenses. La disposición en que allí aparecen las masas cretáceas de una y otra edad, que es la representada en el grabado de la figura 11, acusa en ellas un pliegue anticlinal, cuya denudación ha ido avanzando hasta descubrir los estratos turonenses. Afloran éstos a lo largo de una pequeña rambla, afluente por Levante al río Araquil, representados por margas térreas y calizas parecidas a las de Larrazpil, y, como ellas, también muy fosilíferas. Entre las especies encontradas en este yacimiento se han podido determinar las *Avellana cassis*, d'Orb.; *Janira quinquecostata*, Sow.; *Terebrátula depressa*, Lamk.; *Rhynchonella difformis*, d'Orb.; y *Trochomilia compressa*, Lamk.

Una zona de margas de color ceniciento semejante a la que se descubre en la vaguada del Araquil, y al parecer desprovista de fósiles, se extiende con dirección de Este a Oeste a lo largo del valle de Allín, dentro de la cuenca del Ega. Sus estratos se apoyan, por el Sud, con débil inclinación al cuarto cuadrante, sobre los cenomanenses de las lomas de Zufia y de Zubielqui, y sirven a su vez de base por el lado opuesto a las senonenses de la vecina sierra de Loquiz. Las hiladas margosas se prolongan hacia Poniente sin variación notable en su arribamiento, y avanzan por este rumbo, fuera ya de los confines del valle de Allín, hasta más allá de Metauten, dentro de cuyo término llegan a ocultarse bajo un depósito diluvial en la vertiente izquierda del Ega. Intercaladas entre ellas se ven aflorar junto a la ermita de Metauten, algunas capas de caliza marmórea de color rojizo que contienen restos de ostras y de crinoides.

Con iguales caracteres que en el valle de Allín, reaparecen las margas cenicientas tres kilómetros más a Poniente en la hondo-

nada que forma el valle de Lana. Asoman aquí al pie de las escarpas senonenses de los remates meridionales de la sierra de Loquiz y se extienden también de Levante a Poniente, hallándose en contacto anormal por el lado Sur, a causa de la falla antes de ahora mencionada, con las calizas cenomanenses de la serie de crestas que limitan dicha hondonada por este rumbo. La falla a que hago aquí referencia está representada en la figura 15.^a de la página 114, y en la misma figura se indica además la disposición que tienen los estratos cretáceos en el valle de Lana.

Al Sud y no lejos de la ciudad de Estella, bajo los bancos de caliza eocena que forman las Peñas de los Castillos en la margen izquierda del Ega, se ven extensas terreras procedentes de la desagregación de una serie de hiladas margosas semejantes a las del valle de Allín, a juzgar por los caracteres que muestra la roca originaria subyacente en los sitios donde aparece descubierta. Dichas hiladas buzan con inclinaciones mayores de 30° hacia el segundo cuadrante, igualmente que los bancos de caliza que se les sobrepone, y con el mismo buzamiento se apoyan sobre las carniolas triásicas de las vecinas peñas de Ayegui.

Tanto el carácter mineralógico como la situación estratigráfica de las margas cenicientas de los valles de Allín y de Lana, inmediatamente inferior a la de las senonenses de la sierra de Loquiz, hacen ver en ellas una formación equivalente a la de sus análogas del Araquil, e inducen, por lo tanto, a considerarlas, de igual modo que a éstas, como turonenses. En el tramo turonense supongo asimismo incluídas las margas de las cercanías de Estella, previas las salvedades antes de ahora expuestas (1).

(1) M. Carez, en su nota «Sur quelques points de la géologie du Nord de l'Aragon et de la Navarre», publicada en el tomo X de la cuarta serie del *Bulletin de la Soc. geolog. de France*, correspondiente al año 1910, menciona la zona margosa de las cercanías de Estella y la del valle de Allín, y en un croquis que acompaña a dicha nota las señala con un mismo signo, al cual va unida la calificación dubitativa de «senonense o turonense». Pero es de advertir que el referido signo lo hace extensivo, no sólo a las margas yacentes bajo las calizas de las peñas de los Castillos, sino también a estas calizas que son indudablemente eocenas.

Las rocas turonenses no forman parte de los terrenos cretáceos de Navarra solamente en las comarcas occidentales de la provincia, sino que intervienen también en la constitución geológica de la región del NE., y aun cuando aquí no aparezcan visibles más que en espacios relativamente exiguos, es de presumir que alcancen extensiones de alguna importancia por bajo de los materiales senonenses, los cuales, según más adelante haré notar, son los predominantes y los que mayor desarrollo superficial muestran en el suelo cretáceo de dicha región. A lo largo de la vaguada del Irati, cerca de Orbaiceta, se descubren bajo las margas de *Micraster coranguinum*, en que se halla fundado este pueblo, unos bancos de caliza arcillosa en los cuales han sido hallados restos de *Pachydiscus peramplus*, Mantell, indicio evidente de la edad turonense de dichos bancos. Al tramo turonense deben asimismo ser referidas, según las indicaciones de Stuart Menteach (1), unas hiladas de igual naturaleza que afloran a Poniente de Aribe, entre las senonenses y las cenomanenses que aquí también se descubren, estas últimas apoyadas sobre la arenisca roja de la mancha triásica del valle de Arce. Las capas turonenses, de igual modo que sus contiguas de las otras formaciones cretáceas, dirigen su buzamiento al primer cuadrante con inclinaciones que no exceden de 45.º Este afloramiento aparece ya representado en la figura 16.ª, inserta en la página 117.

En varios parajes de la región montañosa del NO. de Navarra, dentro ya de la cuenca del Bidasoa, se ven sobrepuestas indistintamente a rocas de diversas edades, y cubiertas a veces por lastras del tramo danés, unas margas más o menos sabulosas que suman espesores de no escasa importancia, y a las cuales suelen asociarse en algunos sitios areniscas micáferas con lechos de pizarra é iguales a las reconocidas en los suelos turonenses de otras localidades de la provincia, circunstancia que, a falta de datos paleontológicos, puede muy bien interpretarse como indicio de su identi-

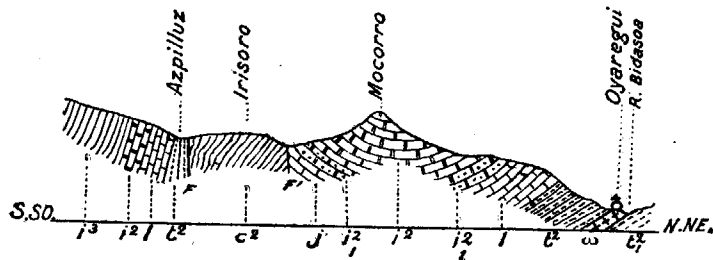
(1) «Note sur une carte géologique de la Haute et de la Basse Navarre» *Bulletin de la Société géologique de France*, vol. XIX, tercera serie, pág. 917.

dad estratigráfica con las de dicha última edad. Ateniéndome a tal manera de ver, considero turonenses la serie de hiladas, en su mayor parte margosas, que constituyen casi toda la altura del monte de Zozaya, en el remate septentrional de la divisoria de aguas vertientes a los arroyos de Santa Marina y de Goldaburu. Sirve de base a esta serie un banco de conglomerado no menos grueso de un metro, formado por cantos de caliza y arenisca, y apoyado con buzamiento al segundo cuadrante sobre las calizas cenomanenses que afloran en las laderas de Oportegui. Un pequeño rodal de lastras danesas se sobrepone a dichas hiladas en el lado oriental del monte, junto al caserío de Larrañaga, y cerca de la cumbre en el portillo de Ursuateguieta a las margas se asocian areniscas micáferas con lechos de pizarras, cuyos caracteres hacen recordar los de las observadas en Alsasua y Echarrí-Aranaz. La falla del Bidasoa, ya varias veces mencionada, limita por el Sur las masas turonenses del alto de Zozaya y sus efectos son perceptibles principalmente en las inmediaciones del antedicho portillo de Ursuateguieta, donde los estratos cretáceos, muy trastornados, con repetidos cambios de dirección y buzamiento, aparecen en contacto anormal con las areniscas triásicas de las laderas de Iraperri, que la misma falla ha puesto al descubierto en su lado meridional. Por bajo de Zozaya la carretera de Pamplona al Baztán atraviesa con dirección de Sur a Norte la serie de estratos turonenses, y a lo largo de ella, en su kilómetro 45, se ven asomar gruesos bancos de margas, tendidas con débil inclinación al SE., los cuales se hacen notar por la insólita blancura de las terreras procedentes de su derrubio.

Desde el término de Zozaya las hiladas margosas se extienden todavía hacia Levante, señalándose sus asomos en una estrecha faja que avanza por dicho rumbo hasta el monte Irular de Irurita, apoyada en parte sobre calizas cenomanenses y en parte también sobre las aptenses de las escarpas que siguen en casi todo este trayecto la margen izquierda del Bidasoa. La faja turonense se muestra visible principalmente en el camino de Oronoz a Ciga, en la travesía de Arroyoz a Aniz, en las inmediaciones de la yesera de

Irurita y cerca de este pueblo, en la cumbre de Irular, donde reaparecen además las areniscas micáferas, que aquí alternan asimismo con margas pizarreñas, y se hacen notar por la gran cantidad de órbitolinas que algunos de sus estratos contienen.

En el collado de Irisoro, que se alza frente al de Ursuateguieta, al otro lado de la barranca de Ceberia, se encuentra un depósito de igual naturaleza que el del monte de Zozaya, formado, como éste, por margas más o menos sabulosas, a que acompañan unas areniscas de color pardo rojizo con lechos de arcilla pizarreña. La falla del Bidasoa lo limita también por el Sur, y otra falla lo pone en contacto anormal por el Norte con las calizas triásicas de

Fig. 17.^a

f. Carníolitas.—f'. Margas irisadas.—i. Calizas triásicas.—i'. Calizas y areniscas aptenses.
 i'. Areniscas y pizarras albenses.—c'. Margas y areniscas turonenses.—ω Ofita.
 FF'. Fallas.

las laderas del monte Mocerro. En la figura 17.^a aparece indicada la situación estratigráfica en que se encuentra este depósito, el cual refiero igualmente al tramo turonense.

Por último, como turonense considero también una zona de margas pétreas de color gris claro, a trechos sabulosas y micáferas, que asoma bajo las lastras danesas de la cumbre de Ameztí, a lo largo de la vertiente derecha del riachuelo Ezcurra, en el trayecto desde Zubieta hasta Santesteban. Sus estratos, arrumbados invariablemente con inclinación meridional, se apoyan sobre calizas aptenses junto a Zubieta, sobre margas triásicas frente a Elgorriaga, y sobre calizas jurásicas cerca de Santesteban, dentro de cuyo término muestran un considerable desarrollo superficial en

las laderas de Muita. En este último paraje sirve de base a dicha zona margosa un conglomerado poligénico de varios decímetros de espesor, compuesto de cantos de caliza, de arenisca y de ofita, envueltos en un cemento rojizo de naturaleza margosa.

Por los detalles expuestos en los párrafos precedentes, compréndese desde luego que el espesor del tramo turonense varía notablemente de unas a otras localidades en el suelo navarro, y que, lo mismo que el del cenomanense, alcanza mucha más importancia en las comarcas montañosas del NO. que en las del NE. El máximo se observa en la gran faja de La Barranca, donde excede de 350 metros, incluyendo en esta cifra el de las margas cenicientas de la vaguada del Araquil.

TRAMO SENONENSE

Más de la mitad de la superficie que en el mapa adjunto aparece señalada con el signo del terreno cretáceo, corresponde al tramo senonense, y es de advertir que, no obstante la gran extensión que dicho tramo ocupa en el suelo navarro, la mayor parte de las fajas y manchas que forma muestran una composición idéntica, y tan uniforme a la vez, que esta sola circunstancia podría bastar en muchos casos para reconocerlo, aun cuando no se contara con el recurso de las indicaciones paleontológicas.

Margas y calizas arcillosas, sin más variedad que la que originan los tránsitos frecuentes de unas a otras, y con preponderancia notable del elemento margoso, son en efecto las rocas que esencial, y aun pudiera decirse casi exclusivamente, constituyen los suelos de esta edad dentro de Navarra, excepción hecha de algunos espacios de la región del NE., donde las calizas son los materiales predominantes.

Una faja de terreno senonense, procedente de la provincia de Álava, atraviesa la zona montañosa de Navarra con dirección casi invariable de Poniente a Levante, llegando por este último rumbo

hasta la cumbre del Pirineo, en la sección de la misma correspondiente al valle de Roncal. Penetra dicha faja en territorio navarro a lo largo de la cuenca del Araquil, en cuya vertiente meridional se muestra con gran espesor la serie de afloramientos de sus estratos, bajo la línea de escarpas, que limitan las altas planicies de las sierras Urbasa y Andía. Con no menor amplitud sigue después entre la falda del monte de la Trinidad de Irurzun y las crestas de las peñas de Osquia, para cruzar los valles de Gulina y Odieta, y, más adelante, el de Anué, entre la Venta de Burutain y el pueblo de Olagüe. El grupo de montes en que arraigan los frondosos bosques del señorío de Echaide, el alto de Adorruga, que descuella en la divisoria de los valles de Anué y Esteribar, y el puerto de Agorreta, que facilita la comunicación de este último valle y el de Erro, se alinean a continuación dentro de la misma faja, la cual ya desde aquí ensancha considerablemente hacia el Norte, llegando por este lado hasta el collado de Lizarzu, en las derivaciones meridionales del Pico de Adi. A partir del puerto de Agorreta, las rocas senonenses se extienden además por el espacioso valle de Erro y pasan seguidamente al de Arce, después de formar entre uno y otro las mesetas de la Sierra Labia, no tan notables por su elevación como por los tajos que en gran parte las circundan. La interposición de la gran mancha de rocas triásicas, ya antes de ahora mencionada, que se descubre a través de los estratos cretáceos, ocupando una parte de los términos de Arrieta, Garralda, Aribé y Las Abaurreas, determina aquí la bifurcación de la faja senonense en dos ramas de muy desigual extensión. De ellas, la menos importante, rodea por el Sur, a partir del valle de Arce, la antedicha mancha triásica, cruzando el curso del Irati por el término de Oroz-Betelu y subiendo después por la vertiente izquierda de este río a la llanada de Abaurea alta donde termina, entre el pueblo y el puerto de Areta. La otra rama, que es en realidad la verdadera continuación de la faja principal, traspasa los confines orientales del valle de Erro, poco más allá de Burguete y de Espinal, e inaugura su entrada en el de Aezcoa con una serie de lomas y cerros que se van enlazando hasta las márgenes del

Irati, agua arriba del lugar de Aribé. Ya dentro del valle de Aezcoa, las rocas senonenses avanzan aún más hacia el Norte, y llegan a la frontera francesa, donde resaltan en los collados y cabezos que se alinean desde la cumbre de Arratacas a Levante de Urcullua hasta la de Alupeña, próxima al pico de Ory. Casi todo el suelo que ocupa el bosque de Irati, dentro de la extensa hondonada que se abre bajo la vertiente española de esta serie de alturas, se halla formado igualmente por margas senonenses. Materiales de la misma edad forman también gran parte del relieve de la anchurosa loma de Abodi, en torno de la cual se les ve asomar repetidamente, así en las cuestas que de ella descienden por el Norte a la antedicha hondonada, como en sus laderas occidental y meridional, cuyos declives alcanzan a los términos de Orbaiceta, Orbara y Villanueva de Aezcoa. Más hacia Levante continúa todavía el afloramiento de las rocas senonenses, a lo largo de una banda que por las vertientes meridionales del monte Ory, donde señalan su paso las escarpas de Arrobeguía, va a terminar estrechada entre sedimentos daneses por un lado y eocenos por otro, cerca del lindero internacional, al Norte de Uztarroz.

Además de la mancha triásica mencionada y de los asomos de rocas turonenses y cenomanenses, también antes de ahora citados, que se ven al Sur de Irurzun, y en los valles de Erro y de Aezcoa, interrumpen la continuidad de las masas senonenses dos manchas de forma alargada y relativamente importantes de terreno danés, comprendidas, según se deduce del examen de sus relaciones estratigráficas, en sendos sinclinales de las capas de aquella edad. La una se extiende por la vaguada y vertiente derecha del río Irati, dentro del bosque de este nombre; la otra se señala en una serie de altozanos alineados con dirección de E. a O. a través de los términos de Erro, Linzoain y Viscarret. Varias manchas del mo terreno, pero de extensión mucho más reducida y cuyos límites no son siempre fáciles de distinguir, cubren también las margas senonenses en los montes que se agrupan a Levante de la explanada de Burguete hasta la vaguada del Irati.

Puede formarse una idea aproximada de la configuración y di-

mensiones de la faja senonense a que se refieren los detalles expuestos en los párrafos precedentes, advirtiendo que dentro de ella están situados Ciordlà, Olazagutia, Iturmendi, Urdiain, Lizarraga, Torrano, Unanua, Satrústegui, Zuazu, Eguiarreta, Echaverri, Irurzun, Erro e Izurdiaga, pueblos todos de la barranca de Araquil; Gulina, Cía, Sarasate, Orayen, Larumbe y Aguinaga, del valle de Gulina; Gascue, Latasa y Ripa-Guendulain, del de Odieta; Etulain, Esain, Egozcue y Leazcúe, del de Anué; Saigós, Lerañoz, Eugui, Urtasun y Agorreta, del de Esteribar; Erro, Esnoz, Loizu, Aincioa y Olondriz del de Erro; Lusarreta, Saragüeta, Arrieta, Urdiroz y Oroz-Betelu, del de Arce; Arike, Orbaiceta, Orbara, Villanueva y Garralda, del de Aezcoa.

Se halla esta faja limitada en todo el largo de su lado meridional por materiales del terreno eoceno, cuyo contacto con los cretáceos no siempre responde al orden normal de superposición de ambas formaciones. En las vertientes de las sierras Urbasa y Andía a la barranca del Araquil, así como en los altos de Osquia y en las cumbres de Larraondi y de San Gregorio, que se alinean a continuación en dirección a Levante, los estratos senonenses, arrumbados con buzamiento variable del segundo al tercer cuadrantes, y con inclinaciones mayores siempre de 30°, dan apoyo, sin discordancia aparente, a calizas numulíticas, y asimismo se observa en el valle de Arce bajo las peñas de Zubel y de Elqué, en el estrecho del Irati al Sur de Oroz-Betelu, y en las caídas del puerto de Areta al llano de Abaurrea alta; pero en su travesía por los valles de Anué y Esteribar la línea de separación entre las rocas secundarias y las terciarias está indicada por una falla cuyos efectos son bien perceptibles al Norte de Burutain, al Sur del monte Adorruga, y más aún, en las inmediaciones de Zubiri, donde se ve confrontar anormalmente las hiladas senonenses con las eocenas, poco desviadas unas y otras de la posición horizontal. Otra falla, dirigida como la anterior próximamente de Este a Oeste, ha puesto en contacto los estratos senonenses de la falda del monte Ory con los eocenos del valle de Salazar, en forma tal, que los primeros parecen sobrepuestos a los segundos, según

se observa al pie de los tajos de Arrobeguía, cerca de Ochagavía.

Por su lado septentrional sirven de linderos a esta misma faja rocas de muy diversas edades. Así, a lo largo de la cuenca del Araquil, sus estratos se apoyan sobre las margas y calizas turoenses, y la misma disposición muestran en la falda del monte de La Trinidad de Irurzun. Más hacia Levante, dentro ya del valle de Gulina, las margas senonenses desaparecen por el Norte bajo las estratos danés, que forman además casi todo el suelo de los vecinos valles de Imoz y de Atez. Entre Latasa y Otagüe las cubre por ese mismo rumbo, ocultando su contacto con los estratos daneses del monte Copana, una estrecha banda de rocas eocenas, que sigue próximamente la dirección del camino por el cual se comunican ambos pueblos. Al Norte de Egozcue señala su límite una falla dirigida de Poniente a Levante, bajo la vertiente meridional del monte Arcequi y a lo largo de la cual asoman las carniolas y margas del horizonte superior del triás. La falla se manifiesta también más adelante al Norte de Eugui y Cilveti, donde pone sucesivamente en contacto anormal las margas senonenses con los materiales triásicos y carboníferos; y desde aquí, orientada con dirección constante hacia el Este, continúa todavía por el collado de Izalzu, pasa al pie de las peñas de Mendizuri, y cruza después el término de Roncesvalles, determinando en todo este trayecto la confrontación, asimismo anormal, de las referidas margas con las pizarras y cuarcitas paleozoicas. Por último, ya desde la cuesta de Nabala, a Levante de Roncesvalles, cesa el contacto inmediato de los estratos senonenses con los paleozoicos, por la interposición de un tramo de calizas cenomanaes, cuyos asomos, según a su tiempo hice notar, se destacan muy visiblemente al pie de las vertientes meridionales de Orzanzurieta, en los alrededores de la antigua fábrica de municiones de Orbaiceta, y más aún en la cumbre de Urcullua, que resalta en la frontera francesa.

No escasean los restos fósiles en las margas y calizas de la faja senonense de que se trata, y entre ellos he podido clasifi-

carce los que en la siguiente lista se mencionan, juntamente con las localidades donde han sido hallados:

<i>Nautilus laevigatus</i> , d'Orb.	Olazagutia, Arrieta.
<i>Pachydiscus galicianus</i> , E. Favre..	Olazagutia.
<i>Baculites anceps</i> , Lamk.	Oroz-Betelu.
<i>Turrilites</i> sp. (?).....	Iturmendi.
<i>Pleurotomaria Fleuriansa</i> , d'Orb..	Olazagutia.
— <i>santonensis</i> , d'Orb.	Oroz-Betelu.
<i>Venus subdecussata</i> , Roemer.....	Entre Erice y el portillo de Ochovi.
<i>Spondilus spinosus</i> , Desh.....	Zuazu, Urrizola.
<i>Janira quadricostata</i> , d'Orb.	Olazagutia, Iturmendi.
<i>Inoceramus Goldfussianus</i> , d'Orb..	Berasain, Oroz-Betelu.
— <i>striatus</i> , Mant.....	Oroz-Betelu.
<i>Gervilla</i> sp. (?).....	Ochagavia.
<i>Cidaris subvesiculosa</i> , d'Orb.	Iturmendi.
<i>Ananchytes ovata</i> , Lamk.	Izurdiaga, Erroz; Sarasate, Aincioa.
<i>Orthopsis milliaris</i> , d'Arch.....	Eguiarreta.
<i>Micraster cortestudinarium</i> , Goldf.	Imizcoz.
— <i>coranguium</i> , Agass....	Erroz, Sarasate, Egozcue, Eugui, valle de Erro, Oroz-Betelu, Aribe, Orbaiceta, Abaurrea alta, puerto de Areta, etc.

A las especies que figuran en la relación anterior hay que agregar las que a continuación se mencionan, y que han sido encontradas por Stuart Menteah en la misma faja senonense, entre Oroz-Betelu y Aribe (1): *Pachydiscus colligatus*, Binkhot.; *P. Neubergericus*, Hauer.; *P. da'mensis*, Schlüs.; *P. Launayi*, Gross.; *Acanthoceras cf. sarthacensis*, Bayle; *Heteroceras polyplocus*, d'Orb.; *Scaphytes pulcherrimum*, Roen; *Inoceramus impressus*, d'Orb.; *J. irregularis*, d'Orb.; *J. Cuvieri*, d'Orb.; *Micraster aturicum*, Hebert; *M. corcolumbarium*, Desor., y *Echinocorys Heberti*, Seunes.

Además de la faja senonense ya descrita, otra de la misma edad, procedente también del territorio alavés, penetra al Sur de la anterior y próximamente con igual dirección en el suelo navarro, dentro del cual viene a terminar, sin avanzar por Levante más de 15 kilómetros a contar desde el lindero provincial. El

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, t. 23, 3.^a serie C. R., pág. CLXVI, 1895-132



valle de Amescosa alta, el de Amescosa baja, la sierra de Loquiz que los separa del de Allín, y las vertientes occidentales de este último, se hallan comprendidos dentro de dicha segunda faja en la sección de la misma correspondiente a Navarra. Sus estratos se apoyan por el Sur y por el Este, respectivamente, sobre las margas turonenses de los valles de Lana y de Allín; y por el Norte se ocultan bajo las calizas numulíticas de la meseta de Urbasa, cuyos bancos, sensiblemente horizontales, o inclinados ligeramente con buzamiento septentrional, coronan con una línea de escarpas las extensas laderas que a modo de anfiteatro rodean por aquella parte el valle de la Amescosa baja.

La relación estratigráfica en que allí aparecen las margas senonenses con las calizas eocenas hace suponer fundadamente que aquéllas se extienden hacia el Norte sin interrupción y a no mucha profundidad bajo la planicie de sierra Urbasa para mostrar de nuevo sus afloramientos en las caídas de ésta a la cuenca del río Araquil. La identidad de los estratos senonenses que asoman a uno y otro lado de la meseta se confirma por los fósiles que son comunes a los dos yacimientos. Las especies *Pleurotomaria fleuriansa*, D'Orb.; *Spondilus spinosus*, Deshs; *Cidaris subvesiculosa*, D'Orb., *Ananchytes ovata*, Lamk., y *Micraster coranguinum*, Agass., observadas en la cuenca del Araquil, según hice notar antes de ahora, han sido también reconocidas en la faja de las Amescosas. La especie citada en último lugar es aquí la más abundante, y de ella suelen encontrarse esparcidos en las tierras de labor no pocos individuos, algunos de gran tamaño, que en el país son vulgarmente conocidos con el nombre vasco de *calbarris*.

Independientemente de las dos fajas senonenses a que se hace referencia en los párrafos que anteceden, los materiales de esa edad se manifiestan también en otros parajes de la región montañosa de Navarra, aunque ocupando en ellos áreas mucho más reducidas. Junto al pueblo de Auza, en el extremo occidental del valle de Ulzama, se destaca sobre los materiales del tramo albense, que forman casi todo el suelo de ese valle, una serie de estratos margosos, cuyo color gris claro contrasta muy visiblemente

con el pardo oscuro, propio de las rocas de aquella edad. Dichos estratos aparecen levantados con buzamiento hacia el S. S. O., por cuyo rumbo llegan prontamente a ocultarse bajo las lastras calizas del tramo danés, que forman la meseta de Beunza en el confin de los valles de Uizama y de Atez. Sus afloramientos determinan en la superficie una estrecha banda que se extiende hacia el S. S. E., con dirección a Larrainzar. La notoria semejanza que se echa de ver entre las margas de estos afloramientos y las margas con *Inoceramus Goldfussianus*, D'Orb., que se descubren cerca de Arostegui, al otro lado de la antedicha meseta, inferiormente también a las lastras del tramo danés, hace suponer que unas y otras corresponden al mismo horizonte geológico.

La cumbre de Hernaz, donde está fijado en la sección de la frontera francesa correspondiente a la comarca de Roncal el mojón internacional número 262, conocido vulgarmente con el nombre de *La Peña de San Martín*, se halla formada por calizas margosas cuyo evidente parecido con las de las escarpas de Arrobeguía y con las de la sierra Labia acusa la identidad estratigráfica de unas y otras. No excede de veinte hectáreas el espacio en que tales rocas se muestran al descubierto del lado acá de la frontera, pues a poca distancia en torno del paraje mencionado se apoyan sobre ellas, siguiendo su mismo variable arribamiento, otras calizas blanquecinas, de textura compacta, a veces semicristalinas y aun también sacaroideas con la apariencia de verdadero mármol.

Estas calizas hacen parte de una serie de bancos de igual naturaleza, que se destaca muy visiblemente y con gran relieve a lo largo de una faja que entra en el territorio navarro por su ángulo NE., traspasando con una amplitud de varios kilómetros los confines del mismo con Francia y con la provincia de Huesca, y se extiende hacia el O. SO., cada vez más reducida en anchura, hasta terminar a orillas del río Ezca, agua arriba de la villa de Isaba. Alcanzan dichas rocas la máxima altitud del Pirineo navarro en el puerto de Petrejen, donde las indicaciones barométricas acusan una cota superior a 2.300 metros sobre el mar. Sirve de cum-

bre a esta altura un escueto rellano inclinado ligeramente hacia el Noroeste, al igual que los estratos de su suelo, y el cual se halla cubierto en parte de grandes bloques de caliza entre los cuales se alza, semejando un hito de más de 35 metros de elevación, la *Mesa de los tres Reyes*, cuya cima, únicamente accesible por el lado de Francia, es lindero común a la provincia de Navarra, a la de Huesca y al departamento de Bajos Pirineos. Siguen al SO. de Petrejen, dentro de la misma faja de calizas, los peñascales de Añalarra, surcados por un sinnúmero de barrancos en que se ven esparcidos extensos cantizales; y a continuación se alinea una larga serie de cumbres escarpadas, inaccesibles algunas de ellas, que con los nombres de Macelarra, Soriza, Ezcaurre, Arricerrea, Añaverroa, etc., avanza hacia el Oeste, conservando hasta cerca de su terminación en las cercanías de Isaba altitudes no inferiores a 1.300 metros. Dos riachuelos de curso constante, el Velagua y el Belabarce, que descienden de las vecinas vertientes fronterizas, se han abierto paso a través de esta peñascosa cordillera por dos pintorescas hoces, ahondando sus cauces a más de 300 metros bajo las crestas culminantes cercanas.

Salvas algunas variaciones de alcance meramente local, los bancos de esta serie caliza dirigen su buzamiento al cuarto cuadrante, ocultándose por este rumbo bajo los estratos daneses de la zona fronteriza y bajo los eocenos de las inmediaciones de Isaba. Por el lado opuesto los limita una falla con dirección aproximada de Levante a Poniente, la cual ha determinado su contacto anormal con sedimentos eocenos, y su aparente superposición a estos mismos sedimentos, según se ve en las desembocaduras de las hoces de Velagua y de Belabarce.

Los únicos fósiles que logré ver en esta zona de calizas fueron restos de Hippurites encontrados en las vertientes de Petrejen y en los barrancos de Añalarra, tan fuertemente embudidos en la roca, que hube de renunciar a su determinación específica. Ante la insuficiencia, pues, del argumento paleontológico, podría caber duda respecto a si dichas calizas deben ser referidas al tramo senonense o al turonense; pero la relación estratigráfica en que

aparecen con las de la cumbre de Hernaz, que considero senonenses, induce a atribuirles esta misma edad. Tal manera de ver concuerda además con las indicaciones que constan en la hoja correspondiente de la Carta geológica de Francia, las cuales las refieren al horizonte de la *Caliza de Hippurites* del tramo senonense.

Antes de dar por terminada la reseña de las fajas y afloramientos con que se manifiesta este tramo en el territorio navarro, debo mencionar otros dos asomos de rocas de la misma edad, existentes en la zona de esta provincia, lindera con tierra aragonesa, y no menos interesantes por las circunstancias que han determinado su aparición en la superficie como por la extensión que abarcan.

Dichos asomos forman parte de dos fajas de terreno cretáceo que se descubren a través de los materiales eocenos por causa de dos fallas dirigidas próximamente de Este a Oeste, relacionada la una con el levantamiento de la sierra de Leire y de la de Tiermas, y la otra con el de la cordillera en que se alinean, al N. de las anteriores, las sierras de Idocorri y de Navascués, separadas por el profundo barranco que sirve aquí de cauce al río Salazar. Los estratos de la primera de estas dos fajas cretáceas, afloran con marcada inclinación septentrional tanto en las cumbres de las antedichas sierras de Leire y de Tiermas, como en sus escarpadas vertientes meridionales, al pie de las cuales se manifiesta la falla que los pone en contacto anormal con los eocenos. M. Carez dió a conocer, años atrás (1), la composición de esta faja cretácea con referencia a observaciones efectuadas por él en el cerro de Peña Mayor, que descuelga en el extremo oriental de la sierra de Leire, donde confrontan las provincias de Navarra y Zaragoza. Según demuestran los datos expuestos por dicho geólogo, las hiladas cretáceas que allí aparecen son las que a continuación se consiguen, enumeradas en orden ascendente:

1. Caliza de color rosado con *Hippurites Vidali*, Mart.

(1) Sur quelques points de la géologie du Nord de l'Aragon et de la Navarre, *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 4^e série.—Vol. X, 1910, pág. 686.

2. Arenisca parda con *Orbitoides*.

3. Arenisca blanca sin fósiles.

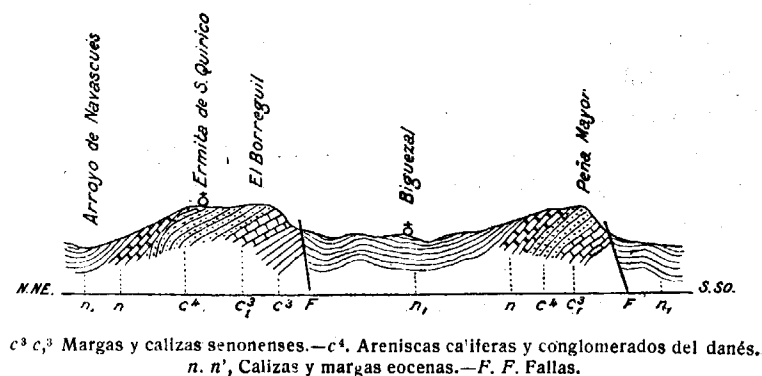
Las capas del número 1 corresponden al grupo superior (campaniense) del tramo senonense, y las del número 2, al danés. En cuanto a las del número 3, Mr. Carez las refiere también, aunque con ciertas reservas, al tramo danés. Estas últimas rocas forman la serie de crestas que resaltan en la cumbre de la cordillera mencionada, y sobre ellas descansan directamente las calizas numulíticas de los términos de Biguezal y Castillo-nuevo.

La misma serie de capas a que alude M. Carez vuelve a aparecer, con no menor desarrollo, y con igual disposición estratigráfica en la otra faja cretácea que se descubre al Norte de la anterior. Las areniscas de los dos horizontes superiores resaltan principalmente en las cumbres de San Quirico de Navascués, y las calizas de color rojizo, asociadas con algunos lechos de margas, muestran su mayor desarrollo en el frente meridional de las alturas Idocorri. Pero además, por bajo de este horizonte esencialmente calizo, asoman unas margas de color gris claro, cuyos afloramientos pueden observarse en ambas orillas del río Salazar, agua abajo del portazgo de Azpur, y las cuales contienen, juntamente con otros fósiles, el *Ananchites ovata*, Lamk. Coexisten, por lo tanto, en este último afloramiento cretáceo, además del tramo danés, los dos grupos, superior e inferior, del tramo senonense.

La figura 18^a, que representa un corte geológico dirigido de N. NE. a S. SO., a través de las sierras de Navascués y de Leire, indica el orden con que se suceden en ellas los estratos cretáceos y eocenos que las constituyen, según se deduce del contenido de la nota de M. Carez y de las observaciones hechas por mí sobre el terreno.

Los datos paleontológicos que quedan expuestos referentes al tramo senonense, demuestran que en esta provincia se hallan representados los dos horizontes, *santoniense* y *campaniense*, que los geólogos consideran en dicho tramo. El primero es el que predomina, y aun puede decirse que es exclusivo en la mayoría de las localidades que van citadas en la reseña precedente. En el se-

gundo deben suponerse incluidas principalmente las calizas con Hippurites que resaltan en el Pirineo navarro, junto al confin de Aragón, así como las que afloran en las sierras de Leyre y de Navascués. Advertiré también, teniendo en cuenta las observaciones

Fig. 18.^a

de Stuart Menteah, que al campaniense debe igualmente corresponder una parte no pequeña de las margas que se descubren entre Oroz-Betelu y Aribé.

Los materiales que constituyen los suelos senonenses en esta provincia se encuentran por lo general estratificados con gran regularidad, sin los pliegues y torceduras que suelen observarse en otros depósitos de la serie cretácea, y habiéndose conservado poco o nada desviados de su primitiva posición horizontal en extensiones de relativa importancia. Así sucede en los montes de Amescua, en la sierra de Loquiz, en la meseta de Aincioa, en la sierra Labia, etc. Únicamente en su contacto con las de otras edades, ya sea éste normal, ya por mediación de fallas, llegan a alcanzar a veces inclinaciones de más de 50°. De las localidades, no muchas ciertamente, en que tal ocurre pueden citarse las inmediaciones de Auza, donde las margas senonenses se destacan apoyadas con gran declive sobre las albenses del valle de Ulzama; el puerto de Areta, en que los estratos de aquella misma edad se ocultan por el Sur, asimismo con gran pendiente, bajo los eócenos del valle de Urraul, y la cumbre de San Gregorio en el valle de

Juslapeña, donde las margas cretáceas y las calizas eocenas que les son contiguas aparecen levantadas hasta rebasar la verticalidad en algunos sitios. No es menos notable la disposición relativa que en su contacto, evidentemente anormal, muestran las calizas senonenses y las numulíticas al Norte de Burutain, aquéllas próximamente verticales, y éstas tendidas casi horizontalmente.

Un detalle digno de mención, concerniente a la composición mineralógica del tramo senonense es la presencia, más o menos frecuente, del pedernal entre los materiales constitutivos del mismo. En Navarra suele hallarse diseminado en los estratos de esa edad, bajo la forma de trozos irregulares, cuyo tamaño rara vez llega a un decímetro cúbico. Abundan éstos en las inmediaciones de Aincioa y en las mesetas de Sierra Labia, y se les encuentra también en el término de Imizcoz, en el de Abaurrea Alta, en los tajos de Arrobegüa de Ochagavía, en el monte Hernaz, etc.

Haré notar, por último, que la importancia del terreno senonense en la constitución geológica del suelo navarro, no estriba sólo en su gran desarrollo superficial, sino también en el espesor, relativamente considerable, que alcanza el conjunto de sus hiladas. No es, seguramente, menor de 300 metros el que éstas suman en los valles de Araquil y de las Amescuas, ni es tampoco muy inferior a esa cifra el que muestran en la Sierra Labia y en el puerto de Agorreta. Recordaré además que en el extremo NE. de Navarra, donde, según se acaba de indicar, únicamente se descubren del tramo senonense los bancos de la caliza de Hippurites, correspondiente al horizonte superior del mismo; estos bancos constituyen casi solos, y sin intervención de otros materiales, una zona cuyo espesor no debe ser evaluado en menos de 80 metros, a juzgar por lo que puede observarse en la Peña de Ezcaurre, en la hoz de Belabarce, etc.

TRAMO DANÉS

Sobrepuesta a las margas senonenses, y también, aunque con menos frecuencia, a otras rocas de las formaciones turonense, cenomanense o albense, se extiende en grandes espacios de la región septentrional de Navarra una importante serie de estratos, los cuales, se hacen notar desde luego por su pequeño espesor en la mayoría de las localidades donde se los observa. Calizas a veces sabulosas, con tránsito a areniscas calcáreas, y margas casi siempre pizarreñas, son los materiales componentes de dicha serie, distribuidos de tal modo que los sabulosos y margosos abundan en el horizonte inferior de la misma, mientras que las calizas son, a su vez, preponderantes, y aun pudiera decirse casi exclusivas en las hiladas del horizonte superior. Además, y como constituyendo una excepción en la composición petrográfica indicada, en este mismo horizonte suele verse intercalado con frecuencia un conglomerado de guijarrillos cuarzosos, cantos menudos de arenisca y otros de caliza margosa o sabulosa, unidos por un cemento calizo. Dicho conglomerado, poco notable por el espesor que alcanza, y que rara vez excede de 15 centímetros, lo es, en cambio, por la constancia que en él acusan sus frecuentes afloramientos, los cuales se manifiestan con caracteres análogos, aun en parajes separados por largas distancias.

La concordancia estratigráfica, al menos aparente, que muestran los referidos estratos, tanto con los cretáceos, sobre los cuales descansan de ordinario, como con los eocenos, a que algunas veces sirven de base, podría, en ciertos casos, dadas sus afinidades mineralógicas con unos y con otros, originar incertidumbre acerca de su verdadera edad, y esto con tanto más motivo cuanto que las especies fósiles que en ellos han podido determinarse son en muy escaso número, mediando además la circunstancia de no encontrárselas sino muy poco extendidas. Con todo, el hecho de

que esas pocas especies figuren, según indicaré más adelante, entre las tenidas por características del tramo danés, tal como lo definen hoy la mayoría de los autores, no puede dejar duda respecto al nivel geológico a que deben referirse sus yacimientos, lo cual, juntamente con la uniformidad que en su estructura y composición ofrece el terreno de que tales yacimientos hacen parte, facilita no poco el reconocimiento y deslinde del mismo.

Teniendo en cuenta lo que antecede, puede afirmarse que de los diferentes tramos del sistema cretáceo es el danés el que mayor extensión alcanza en el suelo navarro después del senonense. Dicho tramo se manifiesta aquí en fajas y manchas más o menos importantes, y con mayor frecuencia en la vertiente al Ebro que en la vertiente al Cantábrico, mostrándose además con gran desarrollo en las alturas pirenaicas del NE. de la provincia.

Dentro de la cuenca del Bidasoa los materiales de este tramo forman la cumbre de la loma de Ameztí, que encauza por la margen derecha al riachuelo de Ezcurra, en el trayecto que media desde Zubieta hasta cerca de Santesteban. Sus estratos, apoyados sobre los turonenses, que asoman en la ladera septentrional de dicha loma, se extienden por el rumbo opuesto, ocupando una gran parte de los términos de Beinza-Labayen, Oiz y Urroz, y llegando por Levante hasta el de Donamaria, en el que cubren también un espacio considerable, surcado profundamente por el barranco de La Ferrería. La falla del Bidasoa, ya varias veces mencionada, junto a la cual se encuentran alineados los cuatro pueblos últimamente citados, limita por el Sur los estratos daneses, poniéndolos en contacto anormal con los triásicos, que a lo largo de la misma falla asoman.

A Levante, y no lejos de estos lugares, vuelve a reconocerse la presencia del tramo danés en la cuesta de Larrañaga, próxima a la aldea de Zozaya, donde se ven profusamente esparcidas, las tras resultantes de la disgregación de los estratos de dicha edad. Constituyen éstos, apoyados también aquí sobre margas turonenses, una mancha de varias hectáreas de extensión, y de igual modo que en Urroz y en Beinza-Labayen, los limita por el Sur la misma

falla del Bidasoa, poniéndolos igualmente en contacto anormal con los materiales del Trías.

Una faja de terreno danés de contorno sumamente irregular se extiende de Oeste a Este en el trayecto de cerca de 20 kilómetros que media desde el término de Iribas hasta más allá de Olague, señalándose en la topografía de esta zona del suelo navarro con una serie de lomas y mesetas entre las cuales se han abierto paso varios riachuelos, afluentes unos al Arga, y otros al Araquil. Comienza dicha faja por el Oeste, entre los pueblos de Iribas y Alli, con un ancho poco mayor de 400 metros, y surcada a gran profundidad por el río Larraun, en cuyo espacioso cauce, así como también en sus orillas, se marca muy visible la serie de afloramientos de los estratos daneses; próximamente con igual dimensión sigue después entre Lecumberri y el monte de Muguero; ensancha luego en la explanada donde asientan Ichaso y Arruiz, pasada la cual se destaca con varios relieves a uno y otro lado del río Basaburua, poco antes de la unión de éste con el Larraun; muéstrase a continuación con amplitud creciente en los valles de Imoz y de Atez, y vuelve a estrecharse al cruzar los de Ulzama y Odieta para ensanchar de nuevo en la cumbre de Arañoz y en los montes que se agrupan al Norte de Olagüe, terminando, por último, poco más adelante, cerca del caserío de Laso. Además de los pueblos de Arruiz e Ichaso, ya citados, se encuentran situados en ella los de Muguero, Udave, Beramendi, Yaben, Echalecu, Oscoz, Zarranz, Eraso, Juarbe, Ilarregui, Oroquieta, Beunza, Aróstegui, Ciganda, Berasain y Guelbenzu. Interrumpe parcialmente la continuidad de dicha faja un afloramiento triásico, ya antes de ahora indicado, que por causa de una falla se descubre a lo largo del río Basaburua desde Jaunsarás hasta cerca de Oscoz. Otra falla, de que también se ha hecho referencia anteriormente, le sirve de límite septentrional en un breve trecho al NE. de Olagüe, poniendo aquí en contacto anormal las rocas cretáceas con las triásicas. Excepción hecha de las dos localidades que quedan mencionadas, y de las cercanías de Auza, donde se interpone un pequeño asomo de margas senonenses, los estratos daneses descansan por

el Norte sobre materiales albenses. Por el Sur determina su límite, en la mitad occidental de la faja, la falla que ha hecho asomar las calizas liásicas en la vertiente N. de la sierra de Aralar y en el monte de la Trinidad, si bien su contacto con estas rocas es visible únicamente en Alli, en Muguero y en Eraso, por ocultarlo, en parte, una serie de estratos eocenos que se extiende sobre los daneses desde el monte de Muguero hasta las cercanías de Urriza-Latasa, y cuya edad geológica acusan los restos de *Alveolinas* y *Nummulites* observados en ella, juntamente con indicios de *Scolitia prisca*, Quatref. Una pequeña mancha de rocas asimismo eocenas, en que suelen verse vestigios de este último fósil, se sobrepone también por el Sur a los estratos daneses en los alrededores de Olagüe.

Alineada próximamente en la misma dirección que la anterior, otra faja de terreno danés, cuya longitud no baja de ocho kilómetros ni de tres su anchura máxima, se extiende dentro de los límites jurisdiccionales del valle de Erro, donde se reconoce la existencia de materiales de dicha edad en los altozanos que se destacan al Norte del pueblo que da nombre al valle, y en los que siguen hacia Levante por los términos de Linzoain y Viscarret. Según se deduce del examen de sus afloramientos, la serie de estratos que constituyen esta faja se halla comprendida en un sinclinal de las margas senonenses, las cuales son, como ya queda indicado, predominantes en la formación cretácea del referido valle. El camino que va de Cilveti a Linzoain, la cruza transversalmente a su dirección, y a lo largo de él se ven continuamente al descubierto las lastras de las rocas danesas, que arrumbadas al principio con buzamiento al S. SE. llegan, por último, después de repetidos cambios, a orientarse casi verticales y con pendiente al cuarto cuadrante, cerca del último de dichos pueblos.

Al tramo danés deben ser igualmente referidas unas hiladas de caliza sabulosa con estructura laminar, que se sobrepone a las margas senonenses en las cumbres de Gaztelu y de Guruchaga al Norte de Eugui, y encima de las cuales resalta, a su vez, un pequeño isleo de caliza numulítica. Espacios de alguna consideración

ocupan también las rocas danesas, cubriendo a las senonenses, en las lomas y cerros que se suceden desde la explanada de Burguete hasta la margen izquierda del Irati, y sobre rocas de aquella misma edad se extiende en un largo trecho el camino que desde Roncesvalles conduce a La Cruz de Nabala.

Mucha mayor importancia que en las comarcas hasta ahora mencionadas, muestra el tramo danés, considerado desde el punto de vista orográfico, en la región del NE. de la provincia, y esta importancia llega al grado máximo en el ampuloso monte cuya cima realza el Pico de Ory, uno de los parajes más elevados del Pirineo navarro. Casi toda la mitad superior del referido monte está constituida por materiales de dicho tramo, apoyados en las margas senonenses que afloran en la vertiente española, y sobre ellos, a su vez, descansa, sirviendo de remate al Pico, un rodal de calizas eocenas (1). La anchurosa cumbre de la loma de Abodi, que es una derivación de la falda Sur del monte de Ory, está formada también por estratos daneses, sobrepuestos igualmente a calizas y margas senonenses. Relacionada con la misma gran masa de terreno danés debe de hallarse además una serie de lastras de caliza, que comprendida en un sinclinal de las margas senonenses se extiende con dirección a Poniente, a lo largo de la vaguada del Irati, y principalmente por su margen derecha, en los dos primeros kilómetros del curso de este río entre la espesura del bosque a que debe el nombre.

A partir del Pico de Ory, los estratos del tramo danés se extienden hacia Levante por la línea de cumbres que separan a España de Francia, hasta cerca del puerto de Betzula, donde se ocultan bajo los eocenos que desde el valle de Roncal se ascienden por la ver-

(1) Mr. Stuart Menteah indicó ya en 1895 (*B. S. G. de France*, vol. 23) la existencia de calizas eocenas en la cumbre de Ory. Como resultado de mis investigaciones puedo aducir el hecho de haber encontrado cantos de caliza numulítica al pie del Pico, en la divisoria de aguas vertientes a España y Francia; lo cual, unido a los caracteres observados en las calizas de las hileras superiores de dicha altura, me indujeron a suponer estas de edad eocena, y así aparecen representadas en el adjunto Mapa de Navarra.

tiente de aquella cordillera para penetrar en territorio francés; pero reaparecen más adelante sobre la misma divisoria en el paso de Otzogorri, y ya desde aquí hasta el Ferial de Erraize señalan su continuación a lo largo del confin internacional una serie de abruptas y riscosas alturas que hacen este intransitable en largos trechos. Descuellan en dicha serie los escarpados cerrejos que estrechan el portillo de Ardan, las agudas cimas de La Carchela, con sus imponentes derrumbaderos por el Sur sobre el barranco de Arracogoi, y los picachos de Guimbeleta, únicamente accesibles por su vertiente francesa, hacia la cual se dirige aquí el buzamiento general de la estratificación. Más a Levante, y separada de esta última altura por el anchuroso puerto de Urdaite, se alza a modo de murallón la gigante cresta de Lácora, en cuyo lado meridional afloran, muy levantados con buzamiento al primer cuadrante los estratos daneses, los cuales, no lejos de este sitio en dirección al S. aparecen tendidos casi horizontalmente sobre las calizas cenomanenses que asoman en los tajos de Lazagurria (1).

Cerca del Ferial de Erraize la faja de terreno danés abandona las cumbres fronterizas, penetrando de lleno en territorio navarro, dentro del cual, los estratos de esa edad, apoyados en las calizas senonenses de la cordillera de Petrejen y Ezcaurre, muestran sus afloramientos en las ásperas vertientes de La Pazarra, de Aztaparreta y de Soriza, que rodean por el Este, SE. y Sur el llano de Velagua.

Junto al extremo NE. de la provincia vuelve, sin embargo, a reconocerse todavía la presencia del terreno danés en lo alto del Pico de Arlás, otro de los puntos culminantes de la línea fronteriza. Sus estratos apoyados aquí también sobre calizas senonen-

(1) En la hoja de la carta geológica de Francia, correspondiente a esta sección del Pirineo, y publicada en fecha muy posterior a la de mis investigaciones en Navarra, figura representada una manchita de terreno permiano, que desde la vertiente septentrional de la cordillera sube hasta la altura de Lácora, llegando a ponerse en contacto con las capas danesas de la parte de acá de la línea fronteriza, a poca distancia de la misma; detalle cuya observación es, sin duda, por las especiales circunstancias topográficas de la localidad, más fácilmente asequible por el lado de Francia que por el de España.

ses, constituyen un pequeño isleo cuyas condiciones de yacimiento inducen a considerarlo como el remanente de un extenso depósito que la influencia demoladora de los agentes atmosféricos ha hecho desaparecer con el transcurso del tiempo.

Indicios evidentes de sedimentos que deben ser sin duda referidos al tramo danés se encuentran también en el confin occidental de Navarra. Entre las margas senonenses del valle de Araquil y las calizas numulíticas de las cumbres de Urbasa, afloran al Sur de Olazagutia una serie de capas de caliza y marga sabulosas, en las que, desde luego, se echan de ver caracteres semejantes a los que presentan los materiales de dicha edad en otras localidades de la provincia. Este afloramiento, que dentro de Navarra ocupa sólo un reducido espacio, se extiende al territorio alavés donde años atrás fué demostrada también la existencia del terreno danés por los estudios del ingeniero D. Ramón Adán de Yarza (1).

Por último, deben también ser mencionados aquí, ya que existen razones que inducen a referirlos al tramo danés, los dos afloramientos de areniscas calcáreas sobrepuestas a calizas senonenses, que se encuentran, el uno en la cumbre de la sierra de Navascués y el otro en la de la sierra de Leyre, lindante esta última con tierra aragonesa. De ambos se ha hecho ya indicación al tratar del tramo senonense, con motivo de una nota de M. Carez, acerca de la constitución geológica del cerro de Peña mayor, próximo al balneario de Tiermas, y a las noticias que en el lugar correspondiente quedan expuestas habrá de añadirse ahora que las areniscas de sus hiladas superiores ofrecen repetidos tránsitos, ya a conglomerados de elementos cuarzosos, ya, también, a calizas sabulosas, lo cual se observa principalmente en las inmediaciones del portillo de San Salvador, y más aún en los recuestos septentrionales del Borreguil de Navascués. Ambos afloramientos constituyen, según se deduce de lo que antecede, una excepción en el terreno danés de Navarra, por lo que se refiere a la naturaleza y estructura de sus materiales constitutivos.

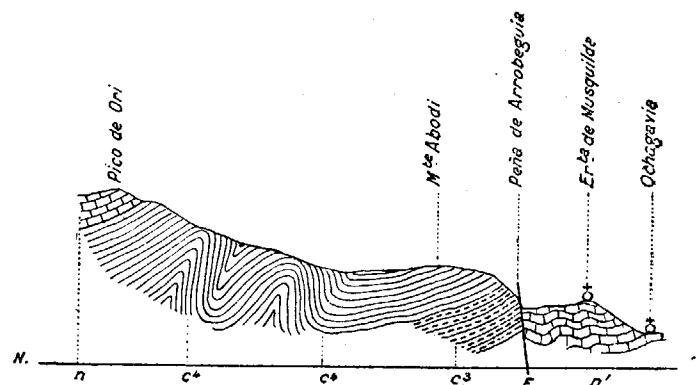
(1) Descripción física y geológica de la provincia de Álava; 1885, pág. 56.

Prescindiendo de las dos localidades últimamente citadas, en casi todas las otras donde ocupa el terreno danés espacios de alguna importancia, adviértense en él notables trastornos estratigráficos, los cuales se manifiestan por frecuentes cambios en el buzamiento de sus capas, por la variable inclinación de éstas, casi siempre muy levantadas, y por sus repetidos pliegues, que se revelan a menudo con curiosos ziszás. De los sitios donde tales trastornos acusan mayor intensidad, merecen ser citados los altozanos que median entre Urroz y Zubieta, los alrededores de Udave y Beramendi, los cerros que se destacan en la parte septentrional del valle de Erro, la angostura que forma el puerto de Ardán en la cumbre del Pirineo contigua al valle de Roncal, las escarpadas márgenes del barranco de Picatua que surca profundamente la falda del monte Ory, etc. De la disposición que muestran en el paraje últimamente mencionado los estratos daneses, da una idea el corte representado en la figura 19.^a

Las irregularidades que originan en la estratigrafía del terreno danés de Navarra los pliegues y trastornos de sus capas, hacen difícil en general el determinar, aun cuando sólo sea con una aproximación aceptable, el espesor que estas capas integran. Puede, no obstante, afirmarse que dicho espesor, no ciertamente exiguo en las comarcas del NO., llega a ser ya de consideración en la zona del Pirineo próxima al confin aragonés, juzgando al menos por lo que se observa en el macizo montañoso de Arragoiti y de La Carchela, donde las circunstancias especiales de la localidad le hacen ostensible en un total de más de 400 metros.

Ya antes de ahora hice notar que son muy escasos, aunque no del todo insuficientes para el objeto de esta reseña, los datos paleontológicos que puedo aducir relativos al terreno danés de Navarra, lo cual debe atribuirse bien a que no abundan en él los fósiles, o bien a que mis investigaciones no hayan sido tan afortunadas como fuera de desear. En el alto de Copana, al NO. de Olagüe, fué donde observé por primera vez, entre los derrubios de una marga pizarrea de color pardo, restos de procedencia orgánica indicadores de dicho terreno. Corresponden tales restos

a las especies *Ostrea larva*, Lamk., *Thecidea radiata*, DeFr., y *Orbitoides media*, d'Orb., juntos con los cuales se encontraron también allí trozos de equinodermos, artejos de crinoides, bryozoarios, etc. La *Thecidea radiata*, DeFr., suele encontrarse asimismo,

Fig. 19.^a

c³. Calizas y margas senonenses.—c⁴. Lastras calizas del tramo danés.—n. Calizas eocenas.—n'. Margas y areniscas eocenas (flisch).—F. Falla.

acompañada de otros braquiopodos indeterminables, en las margas de Aróstegui, Eraso, Latasa de Imoz, etc. Las Orbitoides son los fósiles que menos escasean, y no es raro el hallarlos, asociados con bryozoarios, en las altas laderas de Urbasa, frente a Olazagutia. Haciendo parte del conglomerado poligénico antes citado, se ven alguna vez *Terebratulinas*, *Dentalium*, *Pentacrinus*, etc. Además, sobre las lastras calizas, principalmente en las de los valles de Imoz y de Atez, se observan a menudo relieves de forma alargada, procedentes quizá de Fucoides y parecidos a Cruzianas, pero sin las rugosidades que éstas suelen presentar. Por último, en el Pico de Ory, según consta en la nota explicativa adjunta a la hoja correspondiente de la Carta geológica de Francia, han sido hallados el *Echinocorys semiglobus*, Lamk., y otro equinodermo del género *Coraster*.

Los datos consignados en la precedente relación demuestran que los dos grupos, inferior o *maastrichtiense* y superior o *garumniense*, que los geólogos consideran en el tramo danés, coexisten.

también en el suelo navarro, y aun cuando no sea fácil indicar aquí la línea de separación entre uno y otro, compréndese desde luego que el primero se manifiesta ocupando espacios de alguna importancia en el término Olagüe y en los valles de Imoz, Odieta y Atez, mientras que el segundo tiene representación al menos en el monte Ory y en las cumbres vecinas.

El modo como aparecen repartidas en esta provincia las masas del terreno danés, así como la configuración topográfica de las mismas, y la forma irregular de los contornos que las limitan, inducen a suponer que dichas masas fueron primitivamente mucho más extensas que son en la actualidad, y que una parte no pequeña de ellas ha desaparecido mediante la influencia demoledora de los agentes atmosféricos. A esto debe atribuirse la relativa abundancia con que ciertos materiales, procedentes, sin duda, del derrubio de las masas referidas, intervienen bajo la forma de cantos tabulares redondeados en los depósitos aluviales, tanto antiguos como recientes, que se encuentran esparcidos en las regiones central y meridional de Navarra.

DATOS HIPSOMÉTRICOS

Como complemento a la reseña geológica que antecede, en las páginas que siguen a continuación se inserta una lista de altitudes observadas en los terrenos mesozoicos de Navarra, con indicación de la situación geológica de las localidades respectivas. Las altitudes que aparecen señaladas con un asterisco se han tomado, prescindiendo de las cifras decimales, de las nivelaciones de precisión efectuadas por el Instituto Geográfico. De las demás, algunas están deducidas de los datos consignados en el mapa geográfico del Sr. Coello, y las otras han sido calculadas por mí mediante observaciones hechas con un barómetro aneroide, con lo cual dicho está que sólo deben ser tenidas por aproximadas.

LOCALIDADES	Altitudes en metros.	TERRENO GEOLÓGICO
Pueblos, caseríos, santuarios, etc.		
Abaurrea alta.	1.012	Senonense.
Abaurrea baja	868	Idem.
Acedo	526	Cenomanense.
Agorreta	620	Senonense.
Aguinaga	543	Idem.
Aincioa	952	Idem.
Aizaroz	535	Albense.
Aizcorbe	545	Turonense.
Albiasu	560	Albense.
Alcoz	576	Idem.
Aldaz	597	Liásico.
Almandoz, ermita de Santa Bárbara.	667	Idem.
Almandoz, barrio de Iraperri.	507	Aptense.
Alsua, estación	532 *	Turonense.
Alli	584	Liásico.
Alloz	464	Triásico.
Amalain, venta	612	Senonense.
Amillano	459	Idem.
Andara, ferrería al pie de la Peña de Aya	204	Cenomanense.
Arbaiza	444	Idem.
Areso	441	Aptense.
Aribe	712	Senonense.
Aribe, alto de la peña de Betelu.	820	Triásico.
Arizcun	271	Idem.
Arizcun, venta de Icazatea	258	Idem.
Arizu	580	Idem.
Aróstegui	551	Senonense.
Arrarás	626	Aptense.
Arriba	183	Idem.
Arrieta	769	Senonense.
Arrieta, venta	748	Idem.
Arruazu	483	Turonense.
Arruiz	578	Danés.
Artabia	446	Senonense.
Arteta	513	Triásico.
Arvizu	481	Turonense.
Astiz	638	Aptense.
Atallo	177	Albense.
Atallo, confín de Guipúzcoa en la carretera de Tolosa	130	Cenomanense.
Atondo, venta	434	Triásico.
Auza, en el valle de Ulzama	542	Albense.
Ayegui	471	Triásico.
Azpilicuenta	278	Idem.
Azpiroz	517	Aptense.
Azqueta	578	Triásico.
Bacaicoa, estación	498 *	Turonense.
Baquedano	590	Senonense.
Baraibar	615	Albense.

LOCALIDADES	Altitudes en metros.	TERRENO GEOLÓGICO
Barindano	550	Senonense.
Beinza	460	Jurásico.
Beramendi	533	Danés.
Berasain	604	Idem.
Berroeta	391	Liásico.
Bertiz	148	Triásico.
Beruete	669	Idem.
Betelu	233	Albense.
Beunza	695	Danés.
Burguete	928	Diluvial.
Cía	578	Senonense.
Cilbeti	730	Idem.
Ciordia	554	Idem.
Donamaria, la ferrería	204	Danés.
Donamaria, barrio de Arce	268	Triásico.
Ecay de Aráquil	498	Senonense.
Echaide	538	Idem.
Echalecu	570	Danés.
Echarri de Larraun	601	Liásico.
Echarri-Aranaz, estación	490 *	Turonense.
Echavarri	440	Senonense.
Echaverri	515	Idem.
Egozcue	676	Idem.
Eguaras	578	Idem.
Eguiarreta	465	Turonense.
Elgorriaga	136	Triásico.
Elso	628	Danés.
Elzaburu	600	Albense.
Eraso de Imoz	490	Danés.
Erasun	545	Triásico.
Errazu	280	Idem.
Erro	669	Senonense.
Erro, casa del valle	705	Cenomanense.
Esnoz	817	Senonense.
Espinal	899	Idem.
Etulain	524	Idem.
Eugui	620	Idem.
Eulate	719	Idem.
Ezcurra	510	Triásico.
Fitero, balneario nuevo	435	Jurásico.
Galbarra	549	Turonense.
Galdeano	501	Idem.
Garayoa	775	Cenomanense.
Garzain	238	Triásico.
Garralda	851	Idem.
Gascue	542	Senonense.
Gaztelu	235	Jurásico.
Goldaburu, caserío en el valle de Baztán	532	Triásico.
Goldaraz	699	Jurásico.
Gorriti	671	Triásico.
Guelbenzu	586	Danés.
Querendiain	556	Idem.

LOCALIDADES	Altitudes en metros.	TERRENO GEOLÓGICO
Gulina.....	488	Senonense.
Huarte-Araquil, estación.....	476 *	Turonense.
Huici.....	660	Triásico.
Ichaso.....	568	Danés.
Igoa.....	632	Jurásico.
Iguzquiza.....	467	Triásico.
Imizcoz.....	853	Senonense.
Iraizoz.....	550	Albense.
Irañeta.....	445	Turonense.
Iribas.....	594	Liásico.
Irurzun, estación.....	436 *	Senonense.
Irurzun, ermita de La Trinidad....	989	Jurásico.
Isaba, ermita de Velagua.....	968	Danés.
Ituren, iglesia parroquial.....	165	Triásico.
Iturmendi.....	540	Senonense.
Izardiaga.....	444	Idem.
Izurzu.....	714	Triásico.
Jaunsarás.....	519	Albense.
Labayen.....	375	Jurásico.
Lacunza.....	477	Turonense.
Lanz.....	640	Albense.
La Población.....	840	Cenomanense.
Larumbe.....	590	Senonense.
Larrainzar.....	531	Albense.
Larrión.....	414	Turonense.
Lataza de Imoz.....	455	Danés.
Lataza de Odieta.....	510	Senonense.
Leazcue.....	586	Idem.
Lecaroz.....	257	Triásico.
Lecumberri.....	550	Albense.
Legasa.....	131	Triásico.
Leiza.....	467	Liásico.
Linzain.....	725	Danés.
Lizarraga-bengoá.....	469	Turonense.
Lizarraga de Ergoyena.....	547	Senonense.
Lizas.....	540	Triásico.
Loizu.....	791	Senonense.
Lorca.....	431	Mioceno.
Lusarreta.....	816	Senonense.
Atadoz.....	745	Aptense.
Maya.....	304	Triásico.
Mendaza.....	580	Cenomanense.
Metauten.....	610	Turonense.
Metauten, ermita de Santa Bárbara	656	Idem.
Mezquiriz.....	761	Cenomanense.
Muneta.....	441	Senonense.
Muniain de Salinas.....	786	Triásico.
Narvarte.....	136	Idem.
Navascués, ermita de San Quirico..	1.134	Danés.
Oiz.....	278	Idem.
Olazagutía.....	546	Senonense.
Olondriz.....	769	Idem.
Orayen.....	588	Idem.

LOCALIDADES	Altitudes en metros.	TERRENO GEOLÓGICO
Orbaiceta.....	776	Senonense.
Orbara.....	750	Idem.
Ornoz.....	146	Jurásico.
Oroquieta.....	608	Danés.
Oroquieta, ferrería.....	638	Albense.
Oroz Betelu.....	645	Senonense.
Oscoz, casa del molino.....	499	Danés.
Saigós.....	550	Senonense.
Saldias.....	551	Danés.
Salinas de Oro.....	670	Triásico.
San Martín de Amescua.....	688	Senonense.
San Miguel de Aralar (santuario de).	1.259	Aptense.
Santesteban, pretil del puente sobre el Bidasoa.....	124 *	Triásico.
Sarasate.....	532	Senonense.
Setoain.....	550	Idem.
Soroate, caserío en el valle de Baztán.....	233	Albense.
Udave.....	538	Danés.
Uibarri.....	632	Turonense.
Ulzama (Venta de), en el Puerto de Velate.....	785	Triásico.
Ulzurrun.....	530	Idem.
Urbacura, caserío en la frontera francesa del Baztán.....	165	Idem.
Urdax.....	134	Idem.
Urdax, barrio de la tejería.....	188	Idem.
Urdiain.....	548	Senonense.
Urdiróz.....	768	Idem.
Urroz de Santesteban.....	373	Triásico.
Usechi.....	810	Senonense.
Uztegui.....	560	Albense.
Valtierra, iglesia parroquial.....	265 *	Mioceno.
Velate, casa portazgo.....	755 *	Aptense.
Ventaquemada, en el Puerto de Ve late.....	830 *	Triásico.
Vera, casa consistorial.....	49 *	Cenomanense.
Vera, fábrica de fundición.....	38 *	Idem.
Villanueva de Aezcoa.....	941	Senonense.
Villanueva de Arrieta.....	751	Idem.
Villanueva de Araquil, estación.....	450 *	Turonense.
Viscarret.....	778	Danés.
Yabar.....	460	Senonense.
Yaben.....	544	Danés.
Zozaya.....	362	Turonense.
Zuazu de Araquil.....	465	Senonense.
Zubielqui.....	441	Cenomanense.
Zubietta, pórtico de la iglesia.....	214	Triásico.
Zubiri.....	526	Senonense.
Zudaire.....	545	Idem.
Zudaire, molino.....	504	Idem.
Zugarramurdi.....	210	Cenomanense.
Zuñiga.....	542	Idem.

LOCALIDADES	Altitudes en metros.	TERRENO GEOLÓGICO
Cumbres de algunos montes y cordilleras principales.		
Mesa de los Tres Reyes.....	2.320	Senonense.
Alto de la Peña de Ezcaurre.....	2.055	Idem.
Pico de Arlás.....	2.054	Danés.
Guimbeleta.....	1.983	Idem.
La Carchela.....	1.883	Idem.
Peña de San Martín en la cumbre de Hernaz.....	1.875	Senonense.
Portillo de Bay.....	1.729	Danés.
Irumugarrieta, en la sierra de Aralar.	1.439*	Jurásico.
Monte Abodi, alto del camino de Costa.....	1.414	Danés.
Urcullua.....	1.410	Cenomanense.
Puerto de Urdaite.....	1.409	Danés.
Archueta, en la sierra de Aralar.....	1.347	Aptense.
Mendilaz.....	1.316	Cenomanense.
Auza, en la frontera francesa de Baztán.....	1.304	Triásico.
Burdindogui de Eugui.....	1.240	Idem.
Peña de Ernaizu, entre Beruete y Ezcurre.....	1.216	Aptense.
— de la Dormida, en la sierra de Codés.....	1.203	Cenomanense.
— Mayor, en la sierra de Leire..	1.129	Danés.
Puerto de Areta.....	1.161	Senonense.
Mendaur.....	1.133	Triásico.
Goramendi.....	1.120	Idem.
Sierra de Loquiz.....	1.093	Senonense.
Peña Arguiz, en el Quinto real...	1.097	Triásico.
Monte de La Trinidad de Irur. un...	1.081	Jurásico.
Ezcaimbre, entre Ezcurre y Aranaz	1.079	Triásico.
Bidecorri, en la sierra de Ulzama...	1.066	Cenomanense.
Idocorri, en el valle de Urraul.....	1.065	Danés.
Charute en la sierra de Ulzama....	1.017	Albense.
Alcurrunz.....	933	Triásico
La-Rhune.....	920	Idem.
Collado de Guruchaga entre Eugui		
Cilveti.....	918	Danés.
Puerto de Zazpituñeta.....	895	Albense.
— de Genevilla en la sierra de Codés.....	890	Cenomanense.
— de Arrieta.....	887	Triásico.
— de Gorostola, entre Oroquieta y Saldias.....	859	Albense.
Monte Arañoz, en el valle de Ulzama	839	Danés.
Puerto de Huici.....	803	Albense.
— de Agorreta.....	797	Senonense.
Monte Achuela, en el valle de Baztán	790	Triásico.
Peñaplata.....	780	Idem.
Arrimiar, al Norte de Leiza.....	761	Idem.

LOCALIDADES	Altitudes en metros.	TERRENO GEOLÓGICO
Alto de Elordi de Almandoz.....	713	Liásico.
Pico de Ibañeta, de Echalar.....	712	Triásico.
— de Ibañeta.....	696	Idem.
Collado de Aracain en el Baztán...	688	Idem.
Puerto de Lizarruste en el confin de Guipúzcoa.....	632	Albense.
Mocorro, en el valle de Bertizarana.	552	Aptense.
Puerto de Arechulegui entre Lesaca y Oyarzun.....	489	Cenomanense.
Puentes, manaderos y otros sitios notables.		
Puerto de Arguijas en el confin alavés.....	507	Cenomanense.
— de Dancharinea.....	108	Idem.
— de Irurzun sobre el Araquil.	434*	Senonense.
— de Lizarraga-Bengoia sobre el arroyo de este nombre.	469*	Turonense.
— de Lorca sobre el río Saldado.....	378	Triásico.
— de Mugaire sobre el río Marín.....	145*	Idem.
— de Santesteban sobre el Bidasoa.....	124*	Idem.
— de Urto sobre el Leizarán en el confin de Guipúzcoa...	427	Idem.
Manantial de Arteta.....	531	Eoceno.
— de Baquedano, origen del río Urederra.....	666	Senonense.
— de Beriñas, origen del Urumea.....	541	Cenomanense.
Boca de la sima de Baracelay en Almandoz.....	791	Triásico.
— de la de Iguzquiza.....	451	Idem.



MAPA GEOLOGICO
 DE LA
 Provincia
 de
NAVARRA
 por el Ingeniero de Minas
D. PEDRO PALACIOS
 1914



Signos topográficos

- Capital de Provincia
- id Partido Judicial
- Ciudad
- Villa
- Lugar
- Emita santuario, etc.
- Ferrocarril
- Carreteras
- Canal
- Rios y Arroyos

Escala 1:400,000

Signos geológicos

Terrenos	Rocas principales
Aluvial	a Cravas, arenas, cantos rodados.
Diluvial	dl Conglomerados, gravas.
Mioceno	m Conglomerados, areniscas, calizas margas yesos.
Oligoceno	o Areniscas, margas, calizas, yesos.
Eoceno	n Calizas, margas, maciños.
Cretáceo	c Calizas, margas, areniscas.
Infracretáceo	i Calizas, margas, areniscas, pizarras arcillosas.
Jurásico y Triásico	f Calizas, margas, arcillas.
Triásico superior	s Pudingas, areniscas, calizas dolomíticas, margas, yesos.
Triásico inferior	l Pudingas, areniscas, calizas dolomíticas, margas, yesos.
Triásico	t Pudingas, areniscas, calizas dolomíticas, margas, yesos.
Carbonífero	h Pudingas, gtauvacas, samitas, pizarras, calizas.
Devoniano	d Areniscas, pizarras, calizas.
Siluriano	s Cuarcitas, pizarras, areniscas.
Cambriano	ca Pizarras, areniscas, arcillas.
Estrato cristalino	e Cneis y micacitas.

Rocas hipogénicas

- B. Basalto
- OFta. OFta
- E. Espilita
- J. Diabasa
- Y. Granito

LA FORMACIÓN CAMBRIANA EN EL PIRINEO NAVARRO

FOR

D. PEDRO PALACIOS

INGENIERO DE MINAS

La formación cambriana en el Pirineo Navarro.

En el mapa de Navarra que acompaña a la precedente reseña de los terrenos mesozoicos de esta provincia se señala una mancha de terreno cambriano, contigua al límite con Francia. No es esta la vez primera que se hace constar la existencia de tal terreno dentro de los confines navarros, pues así figura ya representado en el Mapa geológico de España, si bien con mucha mayor extensión que la que ahora se le asigna, y de él ha tratado además el Sr. Mallada en el capítulo correspondiente de la explicación de ese mismo mapa. Pero en la Carta geológica de la nación vecina no aparece indicación alguna de sedimentos de dicha edad, tanto en lo que se refiere a la zona navarra fronteriza como en lo que atañe a la zona francesa confinante. Creo, pues, oportuno exponer aquí las razones en que me fundo para atribuirles representación, aun cuando sólo sea muy limitada, en el suelo paleozoico del Pirineo navarro.

Debo, ante todo, consignar que ateniéndome al criterio generalmente seguido en los trabajos de la Comisión del Mapa geológico de España, considero como base del terreno siluriano el horizonte de cuarcitas, caracterizado principalmente por los Bilobites, que, además de otros vestigios de seres orgánicos, en tales rocas suelen observarse. Este horizonte, que es en el terreno siluriano de España equivalente al *grés armoricain* de los geólogos franceses, tiene evidente representación en el Pirineo navarro. A él en efecto deben ser referidas las hiladas de cuarcita, que asociadas con pizarras silíceas e inclinadas con gran pendiente hacia el primer cuadrante resaltan en la cumbre de Altobiscar, al

Nordeste de Roncesvalles, desde donde se extienden sus afloramientos con dirección al S. SE., a través del barranco de Changoa y por la falda oriental de Orzanzurieta, para terminar en los breñales de Peñas Pardas, próximos al camino que va de Burguete a la antigua fábrica de municiones de Orbaiceta. Prueba concluyente de la correlación de estas rocas con las de otros puntos de España, reconocidas ya como base de la formación siluriana, son la *Cruziana furcifera*, D'Orb., y la *C. monspeliensis*, Saporta, que en ellas encontré, además de los *Scolytus linearis*, Hall; *Figillites Pomelli*, Emons, y *T. gracilis*, Emons (1).

Desde la cumbre de Altobiscar, la referida zona de cuarcitas se extiende también hacia el Noroeste, marcando su continuación por este rumbo otra serie de crestones que desciende al término de Gañicoleta y vuelve seguidamente a subir con igual dirección por la vertiente izquierda del río de Valcarlos para encontrar el confín del valle francés de Alduides, al Sur del portillo de Banca. La carretera provincial, que después de salvar las alturas del puerto de Ibañeta va a enlazar con la francesa de Saint Jean-Pied-de-Port, en el puente internacional de Arnegui, la cruza en el kilómetro 54, siguiendo el curso del río poco ha mencionado, que a través de ella también pasa estrechamente abarrancado. Una larga escarpa, que forma aquí la margen derecha de este río, deja ver en su espacioso frente curiosos pliegues y dislocaciones que han trastornado notablemente los estratos silurianos.

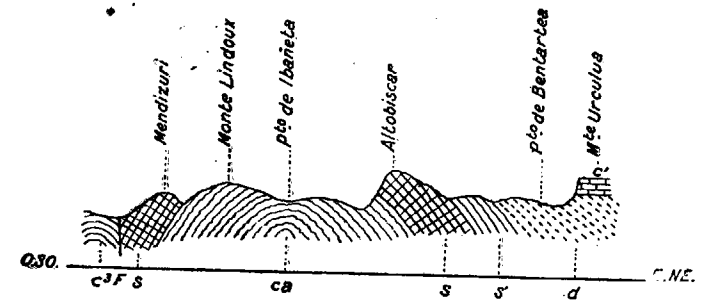
Con algo menos desarrollo que en la cumbre de Altobiscar y en las faldas de Orzanzurieta, pero con iguales caracteres mineralógicos, asoman también las cuarcitas en los ingentes peñascales de Mendizuri, al Oeste de Roncesvalles, en donde comienza otra serie de afloramientos de igual naturaleza que, alineados con rumbo al NO. bajo las vertientes meridionales de Lindoux, se manifiestan en las márgenes del barranco de Atalozqui, y más adelante llenan de riscos y asperezas las cuevas de Aldaparri,

(1) La determinación específica de estos fósiles ha sido hecha por mi amigo el ingeniero Sr. Hernández Sampelayo, afecto al Instituto Geológico.

por las cuales baja el camino de Burguete a Alduides. A lo largo de este trayecto, los bancos de la roca se arrumban con el buzamiento dirigido hacia el tercer cuadrante, y tan inclinados que en algún sitio aparecen casi verticales.

Bajo las zonas de cuarcita que determinan las dos series de afloramientos que quedan mencionadas, se desarrolla un gran conjunto de estratos, en que intervienen con repetidas alternaciones y frecuentes cambios de buzamiento pizarras arcillosas, filadidos de color gris verdoso, lastras de arenisca silícea y algunos lechos discontinuos de caliza. Las pizarras arcillosas, que son el elemento predominante, se presentan muy descompuestas en varios de sus afloramientos, hasta el punto de tomar el aspecto de las margas senonenses, habiendo además entre sus hiladas algunas teñidas por óxido de hierro en grado tal que años atrás se explotaban para la fabricación de ocre.

Los antedichos estratos se ven ampliamente descubiertos en la



ca. Pizarras, areniscas y filadidos cambrianos. — S. Cuarcitas y pizarras silíceas del siluriano. — S'. Pizarras arcillosas y filadidos también silurianos. — d. Pizarras, areniscas y calizas devonianas. — c. Callizas cenomanenses. — c'. Margas senonenses. — F. Falla de Roncesvalles.

cima y en las vertientes del anchuroso puerto de Ibañeta, en el monte Lindoux, en la subida de Roncesvalles a Altobiscar, en lo alto de Orzanzurieta, etc., y el espesor que suman en total llega a algunos centenares de metros, a juzgar por lo que puede observarse directamente en las escarpadas laderas occidentales de Altobiscar, y en los montes cercanos por el mismo rumbo. Las circunstancias que en su yacimiento concurren inducen a referirlos a

la formación cambriana, y como cambrianos los he considerado al indicarlos en el mapa, previas las salvedades que necesariamente impone la falta de datos paleontológicos referentes a los mismos.

La figura adjunta indica la disposición que tienen en las alturas mencionadas los estratos silurianos y los que supongo de formación cambriana.

Una falla, que sigue próximamente la dirección del paralelo de Roncesvalles, limita por el Sur las masas paleozoicas, tanto silurianas como cambrianas, a que se hace referencia en los párrafos que anteceden, poniéndolas en contacto anormal con las margas cretáceas que forman el subsuelo de la explanada que se extiende desde aquí hasta más abajo de Burguete. Dicho contacto, sin embargo, deja de ser visible en algunos trayectos, por ocultarlo un depósito superficial yacente sobre las referidas margas cretáceas y constituido con los derrubios de las rocas paleozoicas de los montes vecinos.

NOTA
SOBRE EL CRETÁCEO Y EL EOCENO
DE GUIPÚZCOA

POR

D. VICENTE KINDELAN

Ingeniero del Cuerpo de Minas.

Nota sobre el cretáceo y el eoceno de Guipúzcoa.

Cuando empezamos el estudio de los yacimientos de hierro de la provincia de Guipúzcoa, y a la vez a tomar notas de cuanto pudiera ser útil al rectificar el *Mapa Geológico de España*, pronto nos dimos cuenta de las dificultades con que habíamos de tropezar pues ya teníamos idea de lo complicada que es la geología en el país vasco, y sabido es que a ella hay que acudir tratándose de la situación y génesis de los yacimientos.

Procuramos documentarnos lo mejor posible y comprobamos que nuestros temores no eran infundados, porque en diferentes épocas las provincias Vascongadas han sido estudiadas por famosos geólogos extranjeros y españoles, y sus trabajos dieron origen a interesantes polémicas. No sólo un autor rebate en un escrito lo que otros habían expuesto, sino que pasado algún tiempo rectifica lo que antes él había afirmado, y cuanto más recorremos la provincia de Guipúzcoa, menos eso nos sorprende; modificamos nuestra primitiva opinión, al parecer fundamentada, encontramos más compleja su constitución geológica y hallamos más complicada la serie de movimientos a que estuvieron sujetos los estratos por consecuencia de la acción de las fuerzas endógenas del globo.

Por lo general, en las capas sedimentarias escasean los fósiles, y zonas enteras hay en las que no se ve resto alguno, teniendo que apelar a la estratigrafía de la provincia o penetrar en las limítrofes para poder fijar el horizonte que les corresponde. Todos los autores reconocen que el país es pobre en fósiles, que cuando se presentan más abundantes son difíciles de arrancar completos de las rocas, y en la mayoría de las veces no es posible determinar la especie.

Además, la comarca tiene un suelo muy accidentado, un dédalo de montañas, que en conjunto forman una sola, surcadas por profundos barrancos, con estrechos valles, cubierto el terreno por capa vegetal y espeso arbolado muchas veces. En cambio, la cruzan carreteras y caminos vecinales, hay ferrocarriles y abundan las canteras de donde se extraen materiales de construcción y para las fábricas de cemento.

Pero lo que realmente hace difícil el estudio estratigráfico de la región es lo trastornadas que se hallan las capas, que a cada paso se las ve formar pliegues variados con cambios de dirección e inclinación, completando el actual relieve del suelo el resultado de una intensísima denudación, iniciada en épocas remotas y sin cesar creciente.

Hay que tener presente que el país vasco es parte integrante de uno de los geosinclinales que durante largos periodos geológicos conservó su movilidad característica (1).

En el fondo del geosinclinal destinado a ser un día la Cordillera Pirenaica, se fueron apilando sedimentos desde las primeras edades. Los correspondientes a los periodos *infracretáceo* y *cretáceo*, que van a ser objeto de la presente nota, suman un espesor considerable en Guipúzcoa y Vizcaya, quizás como en ninguna otra región del mundo, lo cual constituye uno de sus rasgos característicos.

Atribuídos los Pirineos al levantamiento del Sistema Alpino, ocurrido en la Era terciaria, los últimos movimientos que dieron origen a su actual relieve se supone tuvieron lugar en los periodos *oligoceno* y *mioceno*. Las capas cretáceas fueron, pues, trastornadas al levantarse, formando pliegues sinclinales y anticlinales con numerosas fallas.

De Verneuil, Collomb, Triguer, Maestre, Stuart Menteath, Adán de Yarza y otros, han escrito sobre la geología de Guipúzcoa y sus trabajos están repartidos en tomos del *Bulletin de*

(1) *El País Vasco en las edades geológicas*, conferencia dada por D. Ramón Adán de Yarza con motivo de las fiestas de la tradición del pueblo vasco. San Sebastián, 1905.

la Société géologique de France, Compte rendu des séances, de la misma Sociedad, *Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España* y en folletos sueltos.

Entre lo que unos y otros geólogos han expuesto hay notables discrepancias al apreciar el horizonte geológico que debe asignarse a unas mismas capas, y después de hojear lo que aquéllos han escrito sobre los terrenos de Guipúzcoa, el interés en aprovechar lo que pudiera ser útil y servirnos de enseñanza, y, por otra parte, la natural curiosidad que inspiran esa clase de controversias, nos han llevado a realizar expediciones que han decidido a redactar la presente nota con objeto de dar una idea de lo mucho que sobre el *infracretáceo* y *cretáceo* de Guipúzcoa se ha publicado, de cómo creemos se hallan representados esos periodos, y especialmente para dar a conocer las pruebas paleontológicas de la formación eocena en las costas de Guipúzcoa (tenidas hasta ahora como cretáceas) pues se han recogido numulitos, alveolinas, etc., que confirman lo que Stuart Menteath había anunciado, aunque no comprobado con fósiles.

Muy lejanos nos hallamos de la competencia necesaria para hacer un trabajo detallado de esa índole. Sólo aspiramos a poner los primeros jalones que sirvan de guía a otros que con más conocimientos puedan hacerlo. Ese estudio será sumamente interesante, no sólo por lo que al *cretáceo* se refiera sino principalmente por el *eocono* pues la fauna y flora halladas son abundantísimas con gran variedad en géneros y especies, en su mayoría no descriptas hasta ahora.

Estudio de conjunto que abarque toda la provincia de Guipúzcoa sólo hay el de D. Ramón Adán de Yarza con el título *Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa* (1). Quien quisiera conocer la geología de ésta y sólo por ese trabajo se guiara, sería inducido a error porque el mismo autor se rectifica en la *Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya* (2), exponiendo las razones por las que incluyó en el *infra-*

(1) *Memorias de la Comisión del Mapa geológico de España*, Madrid, 1884.

(2) *Memorias de la Comisión del Mapa geológico de España*. Madrid, 1892.

cretáceo calizas que antes había tomado como cenomanenses siguiendo a M. de Verneuil en su *Note sur une partie du pays vasque espagnol* (1) quien en ella a su vez modifica algo de lo que había escrito en otro trabajo titulado *Del cretáceo en España* (2).

Prueba todo ello lo obscura que es la geología del país vasco, cuando Verneuil, Adán de Yarza y otros han tropezado con tantas dificultades.

En posteriores trabajos de Adán de Yarza, como son el *Bosquejo petrográfico de Guipúzcoa* (primera parte de la *Geología Agrícola* (3), *El país vasco en las edades geológicas* (4) y en los *Apuntes de geología* que daba a los alumnos de la Escuela de Ingenieros de Minas, va modificando su opinión sobre esos terrenos hasta llegar a dudar en su *Mapa petrográfico en bosquejo* si parte de las costas corresponden al *cretáceo superior* o al *eocono inferior*.

Cuando le visitábamos en su retiro de Ichausandegui (Lequeitio), en busca de consejos y enseñanzas que nunca negó y que con tanta prodigalidad daba a los que a él acudían, pues todo era bondad, nos estimulaba y dirigía en nuestras investigaciones sobre el *eocono* por estar convencido de su existencia, faltándole sólo las pruebas paleontológicas que no dejaran lugar a dudas. La muerte le sorprendió cuando por encargo del Director del «*Instituto Geológico de España*», iba a proceder a rectificar los mapas de Vizcaya y Guipúzcoa, trabajo que hubiera sido notable porque hubiera representado el resultado de cuarenta años de estudios aplicados a un país que conocía al detalle y por el cual sentía cariño inmenso.

Como esas publicaciones apenas si son conocidas por haber

(1) *Bulletin de la Société Géologique de France*, segunda serie, t. XVII, página 333. Año 1860.

(2) *Revista Minera*, t. III, pág. 339. Año 1852.

(3) Escrita por encargo de la Excm. Diputación de Guipúzcoa, San Sebastián, 1900.

(4) Conferencia dada por D. Ramón Adán de Yarza el 13 de septiembre de 1904, en el salón de actos del Instituto de Guipúzcoa, con motivo de las fiestas de la tradición del pueblo Vasco.

sido muy pocos los ejemplares repartidos, hemos creído oportuno hacer especial mención de ellas como homenaje cariñoso a quien fué nuestro querido maestro.

BIBLIOGRAFIA

Vistazo geológico sobre la Cantabria, por D. Guillermo Shulz. Año 1845.

Del terreno cretáceo en España, por Mr. de Verneuil. *Revista Minera*, tomo III. Año 1852.

Note sur une partie du pays basque espagnol, por M. M. de Verneuil, Collomb y Triguer. *Bulletin de la Société géologique de France*, tomo XVIII, 2.^a serie. Años 1859-1860.

Edad de las ofitas, por D. Ramón Adán de Yarza. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, tomo IX, 1.^a serie. Año 1882.

Reseña geológica de las provincias vascas, por D. Amalio Maestre. *Bol. Com. Mapa geol. de España*, tomo III, 1.^a serie. Año 1876.

Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipúzcoa et du Labourd, por Mr. Stuart Menteath; *Bull. S. géol. de France*, tomo IX, 3.^a serie. Año 1881.

Etude sur les terrains cretacés et tertiaires du Nord de l'Espagne, por M. Carez. Año 1881.

Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa, por D. Ramón Adán de Yarza. *Memorias de la Com. del Mapa geol. de España*. Año 1884.

Sur le Cenomanien des Pyrénées Occidentales, por P. W. Stuart Menteath. *Compte rendu de Séances de la Soc. Geol. de France*, tomo XXI, 3.^a serie.—Séance du 16 avril 1894.

Sur le Flysch de Biarritz et Saint-Sebastian, por P. W. Stuart Menteath. *Compte rendu des Séances de la Soc. Geol. de France*, tomo XXII, 3.^a serie. Séance du 7 mai 1894.

Sur l'éocène des Pyrénées occidentales, por P. W. Stuart Menteath. *Compte rendu des Séances de la Soc. Geol. de France*, tomo XXII, 3.^a serie. Séance du 21 mai 1894.

Geología agrícola de la provincia de Guipúzcoa, parte 1.^a: *Bosquejo Petrográfico*, por D. Ramón Adán de Yarza. Año 1900.

El país vasco en las edades geológicas, conferencia dada por D. Ramón Adán de Yarza el día 13 de septiembre de 1904, con ocasión de las fiestas de la tradición del pueblo vasco, en San Sebastián. Está reproducida una parte en el *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, tomo VIII, 2.^a serie. Año 1906.

Sur les gisements metallifères des Pyrénées occidentales, por P. W. Stuart Menteath. Extraít de *Biarritz Assotiation*. Año 1910.

Infracretáceo.

De toda la serie de terrenos sedimentarios, los correspondientes a los períodos infracretáceo y cretáceo ocupan la mayor parte del territorio de Guipúzcoa pues más de sus tres cuartas partes están cubiertas por rocas de esas épocas en el gran pliegue anticlinal que dirigido de SE. a NO. penetra en la provincia de Vizcaya.

Dividiremos el sistema cretáceo, como generalmente se hace, en inferior o *infracretáceo* y superior o simplemente *cretáceo*.

En el *infracretáceo* hay que distinguir dos clases de sedimentos que dan lugar a facies muy distintas. Los unos, de carácter detrítico, han originado rocas sabulosas y pizarreñas. Los otros son calizas, debidas a la intervención de organismos marinos, principalmente coralarios.

Facies detrítica.—Está constituida por capas de areniscas, psamitas o pizarras arcillosas cuyos elementos componentes, cuarzo, arcilla, caliza y con frecuencia mica, proceden de la destrucción de los terrenos preexistentes y que fueron transportados al fondo del mar.

Varían en sus proporciones esos elementos y algunos llegan a

desaparecer por completo, verificándose así tránsitos en las rocas desde areniscas a pizarras y margas pizarreñas, pasando por psamitas calíferas.

La diferencia entre una y otra clase procede del grosor de los granos redondeados de cuarzo que constituyen la roca. El cemento que une estos granos es arcilla y también carbonato de cal.

Las areniscas arcillosas forman bancos potentes de color gris azulado cuando la fractura es reciente que se oscurece muy pronto al aire.

Las pizarras aparecen en capas delgadas de color negruzco. Las psamitas tienen caracteres intermedios entre las areniscas y las pizarras.

Este grupo de rocas cuyos estratos están muy inclinados, a menudo más de 45 grados, representan un espesor considerable. Los fósiles son muy raros en esta formación.

Sólo se encuentran en abundancia orbitolinas de las especies *O. conoidea*, *O. discoidea* y *O. lenticularis*, propias de los pisos *barreniense* y *aptense*, si bien la última llega hasta el *albense*.

Uno de los lugares donde con más profusión las hemos recogido es en Chominenea (apeadero del ferrocarril de San Sebastián a Hernani) a la derecha del camino que conduce al *Asilo de la reina Victoria* (Beneficencia). Se encuentran envueltas en arcillas de color amarillento por bajo de calizas cuajadas de fósiles de la fauna coralina.

En Vizcaya, este horizonte es más fosilífero, aunque no mucho, pues Adán de Yarza sólo menciona *Cidaris pyrenaica*, Cott., hallada en Zubieta cerca de Lequeitio en la orilla izquierda de la ría; *Vycaria Luxani*, Vern, especie muy abundante en un lecho carbonoso inferior a las calizas del monte Gorbea en Ipiña, término municipal de Ceánuri; *Venus Vendoperana*, Leym, en Ceánuri; *Ammonites cesticulatus*, Leym, en Somorrostro, y *A. conso-brinus*, d'Orbg, en Galdames.

Estas especies (1) acusan que esos sedimentos detríticos, pro-

(1) *Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya*, por D. Ramón Adán de Yarza, pág. 77. Año 1892.

longación muchas capas de las de Guipúzcoa, pertenecen al piso *aptense del cretáceo inferior*.

En la *Descripción de la provincia de Guipúzcoa* (pág. 84) supone que las pizarras, psamitas y areniscas con *orbitolinas conoidea* y *discoidea* pertenecen a la parte superior del tramo *urgoptense* y suben probablemente hasta el *albense*.

En su *Geología Agrícola*, al ocuparse de las rocas infracretáceas, distingue ya dos facies: una detrítica y otra coralina, sin puntualizar los tramos a que pertenecen, lo cual no es de extrañar que así hiciera, dada la índole de aquel trabajo, escrito por encargo de la Diputación Provincial de Guipúzcoa con el fin único de que sirviera de base para la formación de una instrucción o cartilla agrológica, acompañada de un plano detallado y bien estudiado. Lo mismo hace en *El País Vasco en las edades geológicas*. En los *Apuntes de Geología* dice que los sedimentos de la facies detrítica guipuzcoana corresponden a los pisos *barreniense* y *aptense*, principalmente a este último.

Apenas si ha habido discrepancias fundamentales entre los geólogos al asignar el nivel que corresponde a esta potente serie, compuesta, según los puntos que se consideren, ya de pizarras margosas, ya de margas o de psamitas con estructura pizarreña entre las cuales se intercalan bancos de areniscas.

Admiten que son los sedimentos cretáceos más antiguos de Guipúzcoa, donde falta el *neocomiense inferior* de Orbigny, menos para Mrs. Carez (1) y Hebert (2) que suponen por bajo de ellos un horizonte *urgoniano* de calizas caracterizado por la *Requienia Lonsdalei* del que nos ocuparemos al hacerlo de la facies coralina.

Según Adán de Yarza (3) las rocas detríticas infracretáceas ocupan en la provincia tres manchas de muy desigual extensión. La mayor de ellas se extiende de Este a Oeste por gran parte de

(1) *Etude sur les terrains cretacées du Nord de l'Espagne*. Año 1881.

(2) *Bulletin de la Sté. géologique de France*, t. X, 3.ª serie. Año 1881-1882.

(3) *Provincia de Guipúzcoa.—Geología Agrícola*, 1.ª parte: *Bosquejo petrográfico*, pág. 19. Año 1990.

la alta Guipúzcoa desde las márgenes del río Araxes hasta los confines de Alava y Vizcaya. En esta mancha quedan comprendidos, entre otros, los pueblos de Amézqueta, Zaldivia, Beasain, Ormaiztegui, Gaviria, Segura, Cegama, Legazpia, Oñate, Mondragón, Arechavaleta, Escoriaza, Salinas, etc., salvas las pequeñas vegas aluviales y algún asomo de ofita.

Dice que hacia la parte Oeste se observa que tienden a predominar las areniscas, en tanto que hacia el Este abundan las pizarras y margas, pero unas y otras capas alternan entre sí, siendo difícil trazar la línea divisoria que marque el predominio de cada roca.

En cuanto a las otras dos manchas de este mismo horizonte geológico, está situada la una entre las cercanías de Andoaín y las de Oyarzun, predominando las margas pizarrosas, y la otra, entre los montes de Hernio y Erchina, abunda en pizarras de color obscuro.

Es muy fácil comprobar que estas rocas, por su desagregación mecánica, dan lugar a la formación de tierras en las que los granos de cuarzo, más o menos finos, se hallan mezclados con arcillas, siendo bastante variable la proporción de estos elementos. Donde las areniscas dominan la tierra es más silíceas y gruesa; en los sitios donde las pizarras abundan es más arcillosa y más fina. Son pobres en ácido fosfórico, contienen bastante más potasa y la cantidad de carbonato de cal es moderada.

Facies coralina.—Sobre la formación detrítica infracretácea, y a veces intercalándose en ella, se desarrolla la facies coralina formada por grandes masas de calizas compactas de color gris azulado en lo interior, blanquecinas por fuera, en cuya formación han intervenido organismos marinos, principalmente coralarios. Con estratificación confusa si se las mira de cerca, pero de lejos los bancos se distinguen bien los unos de los otros y constituyen por sí solos montañas enteras. En algunos sitios la potencia de la formación coralina puede medirse por centenares de metros. Las cumbres de las más elevadas montañas de Guipúzcoa, como Aralar, Aizgorri, Aloña, Zaraya, Hernio, Izarraiz, Araunza, Erchina,

Andumendi, etc., están formadas por calizas coralinas que se destacan sobre otras formaciones cuyas rocas son menos resistentes a la denudación, como las margas, pizarras y psamitas.

Estas grandes masas se han formado de un modo semejante a los actuales arrecifes de corales en la zona tropical. Bien sabido es que los organismos que edifican esos arrecifes coralinos no viven más que a una profundidad, a lo sumo, de 30 a 40 metros de la superficie y cerca de las costas entre agitadas olas.

Tal espesor de rocas de origen coralino se explica admitiendo que el fondo del mar descendía lentamente, de modo que los pólipos fueran edificando banco sobre banco, manteniéndose la vida en los superiores, en tanto que en la base morían aquellos organismos, dejando en su lugar el edificio calizo inerte (1).

En otros sitios el espesor disminuye hasta llegar a ser nulo; de suerte que esta formación no tiene, pues, la continuidad de las capas de sedimentación mecánica, no representando esta clase de arrecifes sedimentos continuos en determinados horizontes, sino que unos parajes han persistido más tiempo que en otros, y así es que se ve algunas veces las calizas intercaladas en la formación detrítica; pero las masas más potentes y más extensas se encuentran sobrepuestas a esta misma formación detrítica.

Como consecuencia de su origen se hallan cuajadas de restos orgánicos marinos; políperos, briozoarios, moluscos, etc., que son difíciles de separar de las rocas y también de difícil determinación específica.

No obstante, los geólogos que han estudiado el país vasco han recogido buenos ejemplares que les han permitido reconocer algunas especies.

De los minuciosos estudios de Douvillez sobre los chamidos y rudistos cretáceos de los Pirineos (2) se deduce que los fósiles descritos o citados por diversos autores, hallados en este horizonte geológico en Vizcaya y Guipúzcoa, corresponden a perio-

(1) *El país vasco en las edades geológicas*, pág. 21, y *Descripción física y geológica de Vizcaya*, pág. 75.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XVII, 3.^a serie, pág. 627.

dos más modernos que el *urgoniano* o *neocomiense* de d'Orbigny, en general al *aptense*, llegando a veces al *albense*.

Véanse las especies de la facies coralina:

En Guipúzcoa Adán de Yarza cita *Orbitolina lenticularis*, *O. conoidea* y *O. discoidea* que abundan en algunos lechos arcillosos intercalados entre las calizas. La *Requienia Lonsdalei*, *Terebratula sella*, *T. tamarindus*, *T. Dutempleana*, *Montivaultia icaunensis*, *Sinastrea maeandra*.

En los montes nombrados San Marcos, Burunza, Hernio y Erchina; en las sierras de Aralar y Aizgorri, etc., hay arrecifes coralarios donde se encuentran con facilidad esas especies.

Para quien quiera recogerlos sin necesidad de hacer viajes molestos mencionaremos la ladera Sur del monte donde está edificado el *Asilo de la Reina Victoria* en las inmediaciones de San Sebastián. Bajando desde él por el camino de coches al apeadero de Chominenea se cortan calizas muy fosilíferas con *coralarios*, *políperos*, *Cidaris*, *Terebratulas*, *Rinchonelas*, etc., etc., y en la base un lecho arcilloso con Orbitolinas que también se encuentran en las calizas.

Las calizas rojizas próximas a la cumbre del monte San Marcos (Pasajes) que proporcionan excelentes mármoles, la cantera inmediata al cementerio de Irún, las minas de Cerain y Mutiloa, próximas a la estación de Ormaiztegui, son lugares donde pueden recogerse con abundancia y comodidad la mayoría de los fósiles citados de la facies coralina.

En Vizcaya, en el infracretáceo coralino, cuyas capas son prolongación de las de Guipúzcoa, se citan las siguientes especies (1):

Orbitolina lenticularis, Blum; *O. conoidea* y *discoidea*; *Synastrea maeandra*, d'Orbg.; *S. atricta*, From; *Astrocoenia magnifica*, From; *Flavia plana*, From; *Cyatophoras regularis*, From; *Monti-*

(1) Verneuil, Collomb y Triguier: *Note sur une partie du pays basque espagnol. Bulletin de la Société géologique de France*. 1860.—Carez: *Etude des terrains cretacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*. 1881. Adán de Yarza. *Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya*, pág. 77. 1892.

vaultia icaunensis, d'Orbg.; *Rhynchonella gibbsiana*, Sow.; *R. irregularis*, Park.; *R. sulcata*, Park.; *R. multiformis*, Roemer; *Terebratula sella*, Sow.; *T. acuta*, Quensted; *T. tamarindus*, Sow.; *T. Dumtempleana*, d'Orbg.; *T. rusilliensis*, Lorioi; *T. Menardi*, Lamark; *Requienia Lonsdalei*, Sow.; *Monopleura trilobata*, d'Orbg.; *Ostrea macroptera*, Sow.; *O. rectangularis*, Roemer; *Plicatula placunea*, Lamark.; *Pecten Goldfussi*, Desh.

Consultando el *Catálogo de especies fósiles encontradas en España*, ordenado por D. Lucas Mallada, se deduce que la mayoría de las citadas corresponden al tramo *aptense* del *cretáceo inferior* y otras al *urgoniano* y al *albense*.

Monsieur de Verneuil incluye todas las calizas de Guipúzcoa, caracterizándolas por la *Requienia lævigata*, en el cuarto tramo o sea el de la *creta basta* que corresponde al *cenomanense* d'Orbg (1) después de haber dudado si las más inferiores, esto es, aquellas que encierran *Requienias*, grandes Ostras y *Orbitolinas* pequeñas correspondían al *cretáceo inferior* (2).

Al *cenomanense* refiere también Mr. Stuart Menteth (3) las calizas con *Requienias*, conforme con la opinión de geólogos y paleontólogos tan eminentes como Mrs. Hebert y Fischer.

Para Hebert constituyen las calizas la base del sistema *cretáceo* en los Pirineos y las refiere siempre al piso *urgoniano*, creyéndolas caracterizadas por la *Requienia Lonsdalei* y *R. Ammonia*.

Carez (4) sigue el parecer de Hebert. Para uno y otro pasó inadvertida la serie de capas de la formación detrítica.

En cambio, para Adán de Yarza había dos horizontes de calizas con *Requienias* cuando escribió la *Memoria geológica de Guipúzcoa* en el año 1884. Uno, que considera como la base del *infracretáceo*, caracterizado por la *Requienia Lonsdalei*, es *urgo-*

(1) *Bulletin de la S. G. de France*, t. XVII, 2.^a serie, pág. 333. Año 1859-60.

(2) *Del terreno cretáceo en España. Revista Minera*, t. III, pág. 339. Año 1852.

(3) *Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipúzcoa, et du Labourd. Bull. de la Soc. géol. de France*, t. IX, 3.^a serie, pág. 321.

(4) *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. X, 3.^a serie, pág. 650.

aptense; el otro con *R. lævigata* corresponde al *cenomanense inferior*, siguiendo a Mr. de Verneuil, si algunas de ellas no son *turonenses* como supone Stuart Menteth. Entre uno y otro horizonte coloca la serie de capas margosas y pizarreñas con areniscas intercaladas.

En el año 1892, al publicar la *Descripción física y geológica de Vizcaya*, modifica sus ideas sobre la geología de Guipúzcoa. Incluye en el tramo *urgo-aptense* todas las calizas coralinas de Guipúzcoa y el conjunto de capas detríticas que generalmente les es inferior, habiéndole inducido a ello el hallar mezclados en las calizas coralinas de Vizcaya fósiles de las especies que los autores dan como *urgonianas*, *aptenses* y aun algunas *albenses*.

También le convenció el trabajo de los Sres. Puig y Sánchez Lozano titulado *Datos para la geología de Santander* (1) en el que se asigna el tramo *urgo-aptense* a las calizas coralinas de la parte oriental que son prolongación de algunas de Vizcaya, lo mismo que otras de esta provincia lo son de las de Guipúzcoa.

En cuanto a la interpretación que debía darse a los dos horizontes con calizas con rudistos que había establecido en Guipúzcoa, desecha la hipótesis de que eso fuera consecuencia de un pliegue anticlinal recostado cuya bóveda hubiera desaparecido por derrubios, fundándose en haber visto que las calizas coralinas del monte Erchina (próximo a Cestona), abundantísimas en fósiles *urgonianos* y *aptenses*, se apoyan concordantes sobre unas capas margosas donde halló numerosos ejemplares de *belemnites* que permitieron reconocer en ellos las formas jurásicas. Sobre las calizas de Erchina está la serie pizarreña que sirve de asiento a las calizas del monte Izarraiz que contienen impresiones de *Requienias* y algunos políperos. «Esto viene a demostrar, dice, que no existe el pliegue sospechado, porque en este caso tenían que resultar invertidas las capas de Erchina y, por tanto, serles superiores en el orden sedimentario las rocas que aparecen debajo de ellas, que es lo contrario de lo que acontece.»

(1) *Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España*, t. XV. Año 1888.

Explica la repetición de las masas de calizas coralinas, en el hecho mismo de cómo fueron formadas y cómo se forman en la actualidad los arrecifes de corales.

«La formación de los bancos de rudistos y pólipos está subordinada a diversas condiciones físicas y siempre que estas condiciones se han presentado, dichos bancos se han constituido, no formando muchas veces depósitos regulares, sino lentejones más o menos extensos en medio de los sedimentos detríticos de una formación litoral.

»Son, pues, los expresados bancos una facies especial costera, representando antiguos arrecifes de corales análogos a los que actualmente existen en los mares cálidos. Dichas formaciones seguían a la costa en sus cambios de posición, al mismo tiempo que su fauna se modificaba. Así es que hay formaciones coralinas de idéntico aspecto, pero de distinta fauna, y debe, por lo tanto, abandonarse la denominación de coralarío para representar un horizonte sedimentario, puesto que cada piso o tramo puede tener su correspondiente formación coralina, y así lo ha demostrado Mr. Seunes (1) hallando en los Bajos Pirineos calizas coralinas correspondientes al *urgoniano*, al *gault* y al *cenomanense*, cada uno de cuyos tramos tiene una facies coralina, otra detrítica o arenisca y otra legamosa.

»Monsieur Léenhardt (2) ha reconocido también que en La Clape de Narbona existen tres niveles de caliza con *rudistos* en el *cretáceo inferior*, donde Coquand y Magnan no veían más de dos, y Mr. Cairol los reducía a uno imaginando fallas que lo hubiesen dislocado.

»Del mismo modo M. Chofat en Portugal ha puesto fuera de duda la existencia de varios niveles con *rudistos* en un potente conjunto de capas superpuestas al *urgoniano* y elevándose hasta el *gault superior* o acaso hasta el *cenomanense inferior*.

»Ya no puede, por consiguiente, admitirse una interrupción en

(1) *Bulletin Société géol. de France*, t. XIX, 3.^a serie, pág. 127.

(2) *Bulletin Société géol. de France*, t. XV, 3.^a serie, pág. 742.

las capas de *rudistos* entre el *urgoniano* y el *cenomanense* a cuyos tramos refería la generalidad de los autores estas calizas coralinas, según que el fósil en ellas predominante fuese la *Requienia Lonsdalei* o la *R. lævigata*.

»De lo expuesto debe deducirse que no ha de verse en los bancos de caliza con *rudistos* exclusivamente la representación del tramo *urgoniano* o del *cenomanense superior*, como hasta hace algún tiempo se venía creyendo.»

Tan razonada explicación cumple los fines para que fué dada y a ella nos atendremos en tanto que otra no demuestre que las cosas pudieron pasar de diferente manera.

Pero creemos, también, que no debe descartarse en absoluto la hipótesis de pliegues anticlinales recostados, pues en determinados lugares eso puede ocurrir, dado que en Vizcaya y Guipúzcoa se suceden los anticlinales y sinclinales debidos a los esfuerzos a que estuvieron sometidas las capas al levantarse por efecto del movimiento alpino que dió origen a la Cordillera Pirenaica. Nada tendría de extraño que derrubias algunas bóvedas de los anticlinales o por efecto de pliegues, se tomaran por bancos distintos lo que en realidad no es sino el resultado de acciones dinámicas internas seguidas de denudaciones intensísimas.

A eso atribuimos el no hallarse representadas en los mapas manchas de calizas jurásicas que, intercaladas entre las calizas coralinas, están al descubierto por haber sido arrastrados los materiales más modernos que las cubrían, sin que ello quiera decir que haya de darse al terreno jurásico la extensión y potencia que pretende Stuart Menteth (1).

Manchas en esas condiciones con fósiles liásicos las hemos visto en los montes Uzcabe (inmediaciones de Oyarzun), Erchina (Cestona) y Santiagomendi (Astiagarraga), representados como cretáceos.

Muchas veces será difícil en Guipúzcoa deslindar el jurásico y

(1) *Sur les gisements métallifères des Pyrénées occidentales; 4^e partie: «Extrait de Biarritz-Association.»* Biarritz, 1910.

el cretáceo cuando no aflora la facies detrítica cretácea, porque no siempre se halla representada la fauna jurásica y en su aspecto son parecidas las calizas de uno y otro sistema, diferenciándose en que, por lo general, las cretáceas son algo más compactas, menos arcillosas, más resistentes a la alteración y más confusamente estratificadas.

Las calizas coralinas infracretáceas son muy resistentes a los agentes externos. Más bien que a una desagregación mecánica están sometidas a una disolución lenta por las aguas pluviales ayudadas de los ácidos orgánicos del suelo. Esta corrosión de las rocas calizas da lugar a una formación de agujas o pirámides entre las cuales se encuentran depósitos o bolsadas de tierra de una profundidad variable, algunas veces muy grande, hecho bien conocido en las regiones montañosas donde las formaciones coralinas dominan. La tierra que rellena esos depósitos es un residuo de la descalcificación, es decir, de la disolución del carbonato de cal al estado de bicarbonato por las aguas pluviales.

Es sabido que todas las rocas calizas, aun las que parecen las más puras, sometidas a la acción de los ácidos dejan un residuo arcilloso ocreo. Este residuo de las calizas coralinas infracretáceas es una tierra arcillosa con una dosis muy grande de carbonato de cal y casi siempre de granos de óxido de hierro donde se han concentrado la débil riqueza en *Fe.* de las capas disueltas.

Considerando que la formación de estas calizas es debida a la intervención de organismos marinos, de los cuales contienen restos, es natural que la tierra procedente de su descomposición encierre una cierta cantidad de fosfato de cal, y que ésta, siendo poco soluble, se encontraría en el depósito residuario. La riqueza de estas tierras en ácido fosfórico relativamente a las del grupo inferior detrítico es bien notable. Por el contrario, tienen menos potasa y son muy pobres en materias nitrogenadas (1).

La distribución de esta clase de rocas es la siguiente, según

(1) *Bosquejo petrográfico de Guipúzcoa*, pág. 20.

Adán de Yarza: «La gran formación caliza infracretácea ocupa en Guipúzcoa varias manchas de desigual extensión.

»Una mancha de estas calizas forma toda la sierra de Aralar. Otra, la de Aizgorri, Aloña y Zaraya, describiendo un gran arco de círculo que vuelve su concavidad hacia el Sur. Otra, la montaña de Hernio, en la que están enclavados los pueblos de Albistur, Vidamia, Regil y Larraul. Otra, de figura muy irregular, está formada por la montaña de Izarraitz, Araunza, Erchina, Aduz-mendi y Arno, terminando al Sur de Motrico. Además de estas grandes extensiones de caliza existen otras más limitadas, como la que forma la Peña de Udala en los confines de las tres provincias; la estrecha faja que corre desde el monte San Marcos hasta cerca de Aduna, pasando al Norte de Hernani y formando el monte Buranza; otra faja, paralela a ésta, que pasa cerca de Fagolloaga y se ensancha en Santiagomendi, así como otros pequeños manchones como el del monte Uzcabe cerca de Oyarzun, y algunos más que por su reducida extensión no se mencionan.»

Es muy probable que en esa distribución se incluyan afloramientos de calizas jurásicas intercaladas entre las cretáceas, como ocurre en los montes de Uzcabe, Erchina y Santiagomendi.

Cretáceo.

Sobrepuesta a la formación calcárea coralina, dice Adán de Yarza, aparece en ciertos lugares de Vizcaya una formación de calizas arcillosas y a menudo cuarcíferas, que no es constante pues en otros sitios se ve apoyar sobre aquélla las capas de areniscas con lechos de pizarras cenomanenses.

No debe de existir ese horizonte en Guipúzcoa por cuanto no hacen mención de él ninguno de los geólogos que la han estudiado, ni en nuestras excursiones le hemos comprobado. Quizás estudios más detenidos demostraran que algunas manchas de calizas consideradas como infracretáceas son de época más moderna.

Se debe ver en este tramo la transición del *cretáceo inferior* al *superior*, puesto que en Vizcaya se han encontrado especies fósiles correspondientes a los pisos *albense* y *cenomanense*, predominando estos últimos.

El hecho es que en Guipúzcoa, sobre las calizas coralinas infracretáceas se desarrolla otra potente serie de capas de carácter detrítico en la que el elemento que domina es el cuarzo en granos que constituye las areniscas, generalmente micáferas, que alternan con lechos de arcilla endurecida y pizarrea. La abundancia de estos lechos es variable de un lugar a otro y el grosor de los bancos de arenisca es pequeño. Sólo en el monte San Marcos (Pasajes) hemos visto entre esas areniscas, sobrepuestas a las calizas infracretáceas rojizas, bancos de pudingas o almendrones formados por gruesos cantos redondeados de cuarzo trabados por un cemento cuarzoso.

El cemento que une los granos de cuarzo de las areniscas es arcilla o carbonato de cal, algunas veces uno y otro, pero en proporción relativamente débil a la masa de cuarzo.

No ocupa este horizonte geológico sino una extensión muy limitada, y donde más desarrollado se presenta, según el plano del Sr. Adán de Yarza, es en la estrecha faja que se dirige de SO. a NE. desde Soravilla, atravesando el río Oria, a terminar en las márgenes del Urumea entre Astiagarraga y Loyola, quedando comprendida en ella la montaña Oriamendi.

Toda esta formación sabulosa corresponde al piso *cenomanense*.

He aquí los fósiles citados por los geólogos como prueba de esta afirmación: *Orbitolina plana*, Lamark; *Yanira Faujasi*, Pictet; *Pseudodiadema Blanchet*, Desor; *Cardium cenomanense*, d'Orbg.

Las tierras formadas por estas areniscas son, como es consiguiente, muy sabulosas, ligeras y permeables. En los lugares donde los lechos pizarreños intercalados entre las areniscas son abundantes, las tierras son más compactas y fuertes. En general, a todas estas tierras les falta ácido fosfórico, contienen

más potasa en los lugares en que los lechos de pizarras arcillosas abundan, pero falta en los sitios donde no hay más que areniscas.

El piso *cenomanense* continúa con una serie de capas margosas muy plegadas, por lo general dirigidas de NO. a SE., de color gris, alguna vez rojizo, entre las que se intercalan delgados lechos de areniscas y algún banco pequeño de caliza muy silíceas.

Las margas son de poco espesor, muy friables y bajo la influencia de los agentes exteriores caen en pequeños fragmentos, lo que les hace ser muy sensibles a la denudación y acelera su descomposición.

Son muy abundantes en *Fucoides* y otras impresiones de vegetales.

Unas veces están sobrepuestas a las areniscas antedichas, otras directamente a las rocas infracretáceas o en contacto con las triásicas en estratificación concordante cuando el contacto no es anormal o por fallas.

Esta potente serie de capas margosas corresponde parte al tramo *cenomanense* y parte al *senonense*.

Los *Hemiasper bufo*, *Ammonites Mantelli*, *A. peramplus*, encontrados en Vizcaya en la parte inferior de la serie, caracterizan el primero de estos pisos. Los *Micraster brevis*, *M. coranguinum*, *Echinochoris vulgaris* y otras especies que abundan en las margas de Orduña determinan el segundo, no siéndonos posible fijar en Guipúzcoa la línea divisoria de los dos tramos, pues sólo hemos logrado hallar en las margas alguno que otro resto fósil indeterminable la especie.

El Sr. Adán de Yarza, en su primer trabajo sobre Guipúzcoa, estimaba que toda la potente serie margosa comprendida entre las calizas infracretáceas y los gruesos bancos de areniscas amarillentas, que suponía senonenses, representaban el *cenomanense superior* si algunas capas no eran turonenses. Ya dijimos que posteriormente las consideró una parte *cenomanense* y otra *senonense*.

Los fósiles que Mrs. de Verneuil, Collomb y Triguer hallaron en

Portugaleta (1), citados también por Maestre (2) y los encontrados por Adán de Yarza en Portugaleta (3), Begoña y Bermeo, que fueron examinados detenidamente por el Sr. Mallada, junto con alguno de los recogidos por Mr. Collete, proceden de este horizonte margoso cuyas capas se internan en Guipúzcoa.

Para Koechlin y Shumberg (4) también es *cenomanense* pues en él encontraron el *Hollaster subglobatus* y *H. latissimus*, característico de ese tramo.

De la misma opinión es Mr. Jacquot (5) al suponer que la caliza de Bidache (Saint Jean de Luz) corresponde a una de las divisiones de la arenisca verde o de la creta tosca (*tuffeau*), y aun admite que pudieran ser turonenses.

Monsieur Hebert cree que esas calizas de Bidache (superiores, según Adán de Yarza, a la serie margosa) son la continuación de las de Bidart donde se encuentran fósiles senonenses, y las refiere al *senonense superior* o, por lo menos, al medio (6).

Stuart Menteath, en su trabajo *Sur la géologie des Pyrénées, de la Navarre, du Guipúzcoa et du Labourd* (7), compara la formación de las areniscas con lechos de calizas intercalados, al *Flysch* o *Wiener Sandstein* de Austria. Según él, esas rocas parecen en realidad reposar sobre el *senonense* de Bidart pues así lo pudo comprobar en Caseville.

Aparte de *Fucoides* idénticos a los del *Flysch* de los Alpes, dice haber encontrado al Oeste de Lecumberri (Navarra) una impresión semejante a la *Scolicia prisca*, ya conocida en San Sebastián y en Orignac.

(1) *Note sur une partie du pays vasque espagnol. Bulletin de la S. G. de France*, t. XVII, 2.^a serie, páginas 336 y 337. Años 1859-60.

(2) *Reseña geológica de las provincias Vascongadas. Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España*, t. III, 1.^a serie, pág. 31. Año 1876.

(3) *Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya*, páginas 82 a 85. Año 1882.

(4) *Notice sur la falaise entre Biarritz et Biart. Bulletin de la S. G. de France*, pág. 1.235. Año 1854-1855.

(5) *Description géologique des falaises de Biarritz, Bidart, Guétary et Saint Jean de Luz*. Año 1864. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XV.

(6) *Bulletin de la S. G. de France*, 3.^a serie, t. X, pág. 650. Años 1880-81.

(7) *Bulletin de la S. G. de France*, 3.^a serie, t. X, pág. 304. Años 1880-81.

Las rocas que componen el *Flysch* de Guipúzcoa y Navarra las estima semejantes a las de los alrededores de Olot en Cataluña, que afirma están por bajo del *eocono superior* y encima de las calizas blancas con *Spondylus spinosus* e *Hipurites* del *cretáceo superior*.

También para Stuart Menteath se ha cometido error al representar en el *Bosquejo del Mapa geológico de España* como *cenomanense* el *danés* con *Ammonites* característicos y el *Flysch* del cual cita los grandes *Inoceramus Cuvieri* al Sur de Pasajes (1) que no hemos encontrado ni están nombrados en los trabajos de otros autores.

«Una mancha de esta formación *cenomanense* - *senonense*, dice Adán de Yarza, se extiende en gran parte de la baja Guipúzcoa desde los confines de Francia hasta penetrar en Vizcaya, dominando en ella las margas» (2).

Otra en que la proporción de lechos arenosos es mayor y llega a predominar sobre las margas, se extiende sobre los pueblos de Alzola, Azpeitia, Goyaz, Villarreal y Elgueta, penetrando en Vizcaya por los montes de Inchorta y Urco, dejando incluido en ella el gran macizo de ofita y otros reducidos asomos de la misma roca eruptiva, así como algunas vegas de formación aluvial.

Las tierras producidas por la descomposición de las rocas margoso-arenáceas no son excesivamente calizas, porque la mayor parte de la cal es disuelta y transportada al estado de bicarbonato. La tierra fina que de ello resulta es, por consiguiente, arcillosa, aunque retenga una dosis de carbonato de cal más considerable que la que se encuentra en los terrenos formados por las calizas coralinas más puras.

Sobre esta serie arenáceo-margosa se superpone en Fuente-rrabía, Lezo, Pasajes, Alza, Barrio de Gros (San Sebastian), apeadero de Guetaria, Zumaya, etc., otra serie de bancos de calizas de 0,30 metros los más gruesos, también muy margosas, de colo-

(1) *Sur les gisements métallifères des Pyrénées occidentales*, pág. 4.

(2) *Bosquejo petroológico de Guipúzcoa*, pág. 22.

res rojizo y blanco, entre los que se intercalan arcillas rojizas y blanquecinas endurecidas, muy friables y fáciles de desmoronar por la acción de los agentes externos. El espesor de estos materiales pasa de 500 metros. Hasta ahora no hemos encontrado en ella más restos fósiles que impresiones de *Fucoides*, pero por su situación estratigráfica y caracteres petrográficos, creemos pudiera ser la caliza rosácea de Bidache (Saint Jean de Luz) que los geólogos franceses sitúan en la parte más alta de *senonense*. Nada nos sorprendería que algún día se compruebe que corresponden al tramo *danés* o a la parte más inferior del *eocono* pues calizas semejantes han sido clasificadas de esas dos maneras en Cataluña. En la fotografía 1.^a se ve lo plegadas que se hallan en las inmediaciones de Zumaya.

En las figuras 1.^a y 2.^a se representa la disposición de las capas desde el *cretáceo inferior* a las areniscas *eoceñas superiores*.

Eoceno marino.

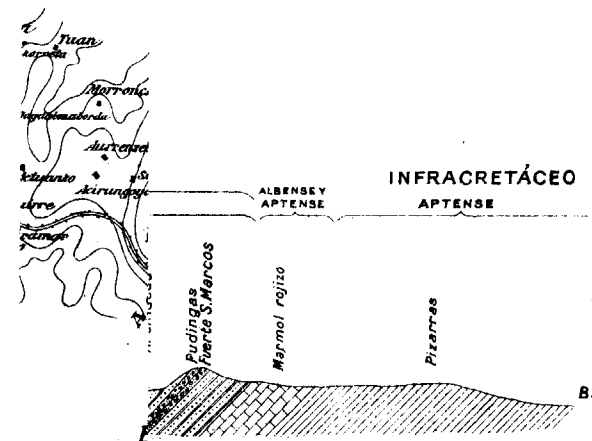
A medida que se asciende en la serie margosa cretácea de Guipúzcoa, se observa que los bancos de areniscas intercalados entre las capas de margas son cada vez más frecuentes y potentes. El rasgo característico del conjunto en su aspecto estratigráfico, es el estar cada vez más acentuada la facies que se ha dado en llamar de *Flysch*, esto es, una potente serie de lechos o capas de margas de colores blanquecino, gris y azulado, más o menos calíferas o arcillosas, a menudo las dos cosas a la vez, que se desmoronan fácilmente y que alternan con areniscas. Estas son unas veces muy calíferas y micáceas, con pequeños espesores, y otras exclusivamente silíceas, presentándose en bancos que tienen hasta cuatro y más metros de potencia. Entre ellas se intercalan delgadas capas de calizas silíceas.

Desde Fuenterrabía a Zarauz coronan el sistema potentísimos bancos de areniscas amarillentas con cemento silíceo que vuelven a aparecer en el islote de Guetaria.



N O

SAN MARCOS

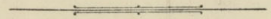




CRETÁCEO Y EOCENO DE GUIPUZCOA

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. Vicente Kindelan.



PLANO

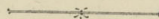


Fig. II

Escala de 1:20.000

CORTE DESDE LA CANTERA DE CAMPALLA AL ISLOTE DE GUETARIA

Escala de 1:6.000



Fig. III

CORTE DESDE EL MONTE JAIZQUIBEL AL DE SAN MARCOS

Escala de 1:20.000

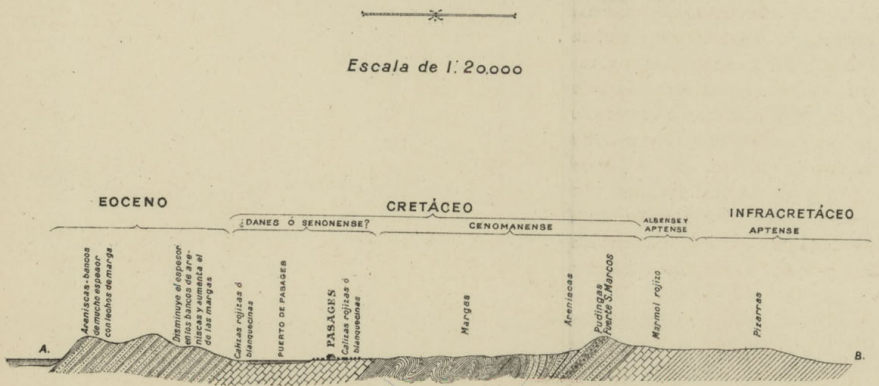


Fig. I



FOTOGRAFIA 1.^a—Cretáceo y Eoceno de Guipúzcoa.— Capas de caliza arcillosa rojiza á la entrada de Zumaya. ¿Eoceno? ¿Danés?



Corresponde el conjunto de esa formación, que sólo se ve en Guipúzcoa en una estrecha faja de la costa, al *eocono marino o numulítico*, a no ser que las últimas areniscas, en las que no se han encontrado más que impresiones de *Fucoides* sean de edad más moderna.

En la carretera de Guetaria a Zumaya, el orden en que se presentan las rocas eocenas es el siguiente (Lam. I, fig. 3, y fotografía 2):

1.º Areniscas calíferas o arcillosas con *Scolithia prisca*, *Quatrepace*, *Chondrites* y *Fucoides*, alternando con margas grises. Los bancos de areniscas adquieren mayores espesores a medida que el nivel es más elevado; lo contrario sucede con las margas que casi llegan a desaparecer en los superiores.

2.º Calizas y margas azuladas con *alveolinas* y *numulitos*.

3.º Margas grises sin fósiles interpuestas entre maciños calizos entre los que se hallan impresiones de *Fucoides*, *Paleodictyon*, *Scolithia prisca*, numerosas trazas de *anélidos* y variedad de especies vegetales en su mayoría no descriptas.

4.º Potentes masas de areniscas de grano grueso con cemento silíceo, sin fósiles.

El horizonte más constante es el de las margas grises alternando con maciños con *Fucoides*, *Scolithia prisca*, etc. Aparece en Fuenterrabía y no deja de verse hasta el límite occidental de la provincia cerca de Motrico.

Las areniscas que se le superponen aparecen también en Fuenterrabía, siguen la costa formando gran parte de los montes Jaizquibel, Ulía, Urgull, Igueldo, etc., cuyas últimas estribaciones están bañadas por el mar, para terminar al Oeste de Zarauz, y sólo vuelven a aparecer en el islote de Guetaria.

Las calizas con *alveolinas* y las margas con *numulitos* son tan escasas que han pasado inadvertidas a todos los geólogos.

Hasta ahora podemos decir que sólo las hemos visto en la cantera de Campalla (fig. 3 y fotografía 2) abierta a unos 300 metros a la salida del poblado de Guetaria en la carretera que conduce a Zumaya. Están al descubierto en unos 200 metros, y

todo induce a suponer que esa mancha de caliza y margas francamente numulítica no es sino un lentejón o depósito aislado interpuesto entre las areniscas y margas de la misma época.

Las calizas son de color gris azulado, arcilloso-sabulosas, compactas, ofreciendo tránsitos a las margas, que son más duras en el contacto.

Por la acción continuada de los agentes atmosféricos toman exteriormente el aspecto de areniscas por haber sido disuelto y arrastrado el carbonato de cal, quedando aislados los granos de cuarzo hialino y más visibles los fósiles. Las oquedades se rellenan de arcillas muy finas que contienen *alveolinas*, *numulitos* y restos de pequeños *briozoarios*.

Las primeras son de las especies *Alveolina ovoidea*, Lam. *A. melo*, Fuht, que se ofrecen en secciones muy claras y completas de colores rosáceo y blanco, variando su tamaño entre las que es preciso distinguirlas con ayuda de la lente y las que tienen alrededor de tres milímetros su eje mayor.

Las margas son de color gris azulado y muy terrosas por la arcilla que contienen.

Envuelven gran cantidad de *numulitos*, entre cuyas especies pueden citarse las siguientes:

Numulites vasca.

Numulites planulata.

Numulites biarritzensis.

Numulites Guettardi.

Numulites granulosa.

Numulites mamillata.

Numulites Leymeriei.

Son frecuentes los *orbitoides*, representados principalmente por el *O. Fortisii*, Arch.

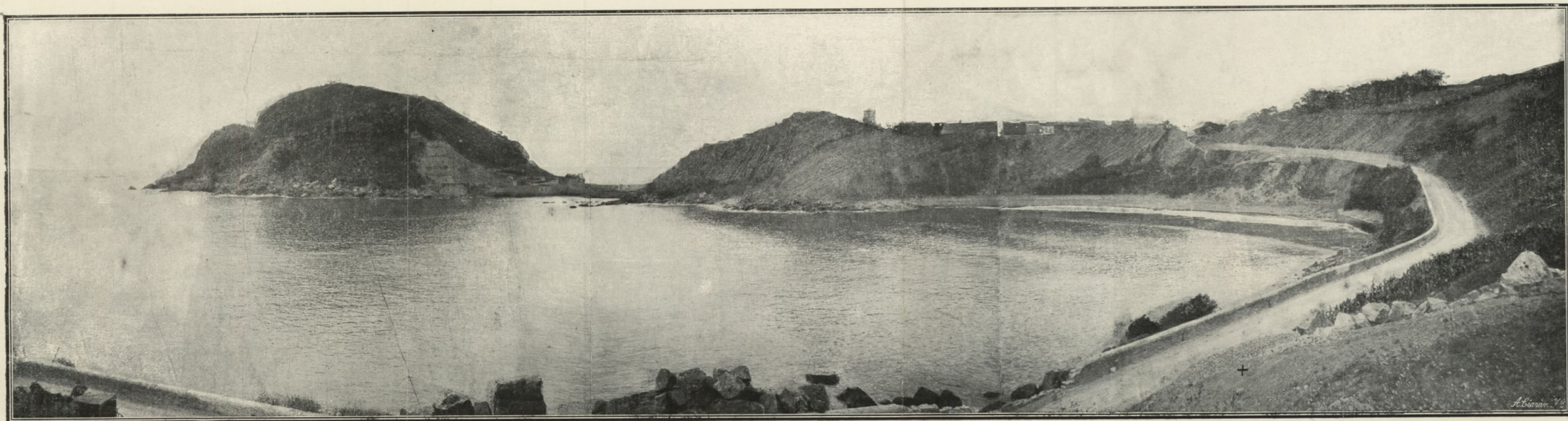
Recogimos en las mismas margas la *Operculina Ammonea*, Neym, *Alveolinas ovoideas*, Lam, sueltas, completas y muy bien conservadas; radiolas de *diadematidos* y restos de briozoarios.

El tramo de las margas grises alternando con maciños es el



ntera de Can





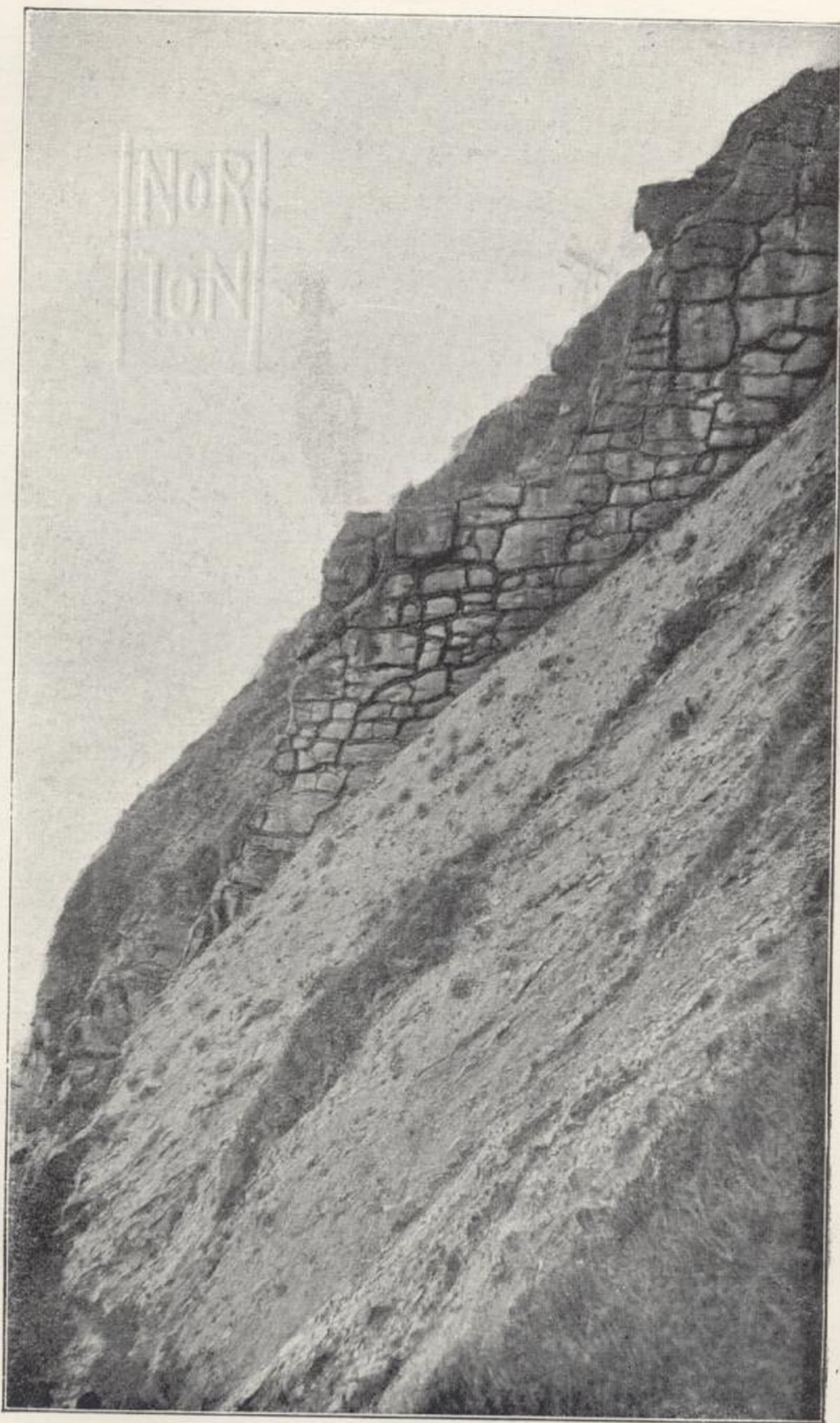
FOTOGRAFIA 2.^a—Vista panorámica desde el islote de Guetaria á la cantera de Campalla. + Cantera de Campalla con numulitos, alveolinas, etc.





FOTOGRAFÍA 3.^a—Disposición de las capas de maciños y margas
en la carretera de Guetaria á Zumaya.





FOTOGRAFÍA 4.^a—Areniscas con gretas de contracción debidas al agua y al sol.



más constante y de gran desarrollo. Las primeras están, bien sea en lechos de poco espesor o en gruesas capas alternando con otros lechos y bancos de areniscas que llegan a tres y cuatro metros de potencia. Se intercalan entre estas areniscas algunas capas de caliza cristalina compacta muy dura.

Las margas tienen estructura pizarreña, colores gris o blanquecino y se desmoronan fácilmente en pequeños trozos al descomponerse por la acción del aire y del agua. A causa de ello la denudación se deja sentir fuertemente sobre estas rocas, lo cual da un aspecto especial al terreno pues los bancos de areniscas sobresalen por ser más resistentes a los agentes externos (fot. 3) que producen en ellas efectos muy curiosos cual el representado en la fotografía 4 que son areniscas con grietas de contracción debidas al agua y al Sol, tomando el aspecto de litoclasas.

En unas domina el carbonato de cal y en otras la arcilla. En este caso se convierten en gredas al ser aquél disuelto y arrastrado por las aguas de lluvia. No hemos encontrado fósiles, y por su aspecto son muy parecidas a las del cretáceo superior, por cuyo motivo fueron quizás incluídas entre las rocas de esa edad; pero su situación, clara y determinada sobre las capas con *numulitos* en Guetaria no deja lugar a dudas.

Las areniscas o macifios son muy variables en su estructura y composición según el tamaño de los granos de cuarzo y que el cemento que los une sea silíceo, calizo o ambos, que es lo general. Algunas son blandas y pueden ser tomadas como molasas. El color es amarillento cuando no llevan mucho tiempo expuestas al aire que les hace tomar tonos más oscuros. Contienen mica en abundancia por lo cual se tienden en grandes lisos tabulares que ocasionan fuertes corrimientos del terreno al ser arrastradas por las lluvias torrenciales las margas que les sirven de asiento.

La estratificación es muy regular, viéndose que la sedimentación de esos materiales terciarios fué tranquila. Los estratos están muy inclinados, entre 45 y 60 grados, llegando a la vertical en algún paraje y raras veces aparecen horizontales. El buzamiento de ordinario es hacia el NE. con variaciones al NO. La dirección me-

dia de las capas es de SE. a NO., formando muchos pliegues que siguen el perfil de la costa.

En los liscos de maciños hay gran número de impresiones de *Scolithia prisca*. No sabemos que haya sido reproducida, por lo cual acompañamos las fotografías números 5 al 10.

En el *Catálogo de especies fósiles encontradas en España*, ordenado por D. Lucas Mallada, aparece la *Scolithia prisca* como *cenomanense*, y debe eso atribuirse a que por aquella fecha las costas de Guipúzcoa se suponía correspondían al *cretáceo superior*; pero habiéndolas visto en los maciños de Guetaria, que están sobrepuestos a las calizas y margas con *numulitos* y *alveolinas*, no cabe duda de que en lo porvenir ha de ser incluida en la fauna eocena.

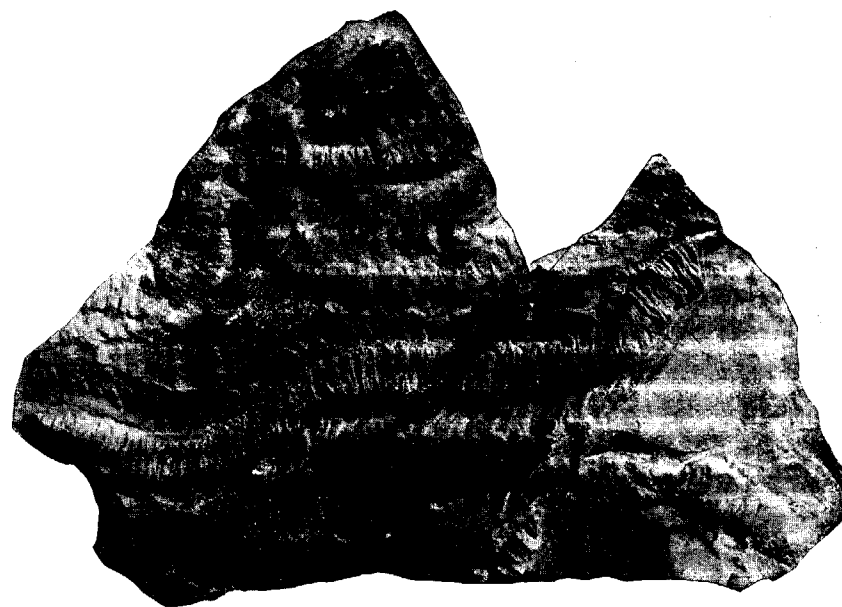
Confirma también esto el que, siguiendo el itinerario que nos señaló D. Pedro Palacios, hemos visto maciños con huellas de *Scolithia prisca* alternando con calizas que contienen *alveolinas*, en la Cuesta de San Miguelecho cerca del poblado de Lecumberri (Navarra) en la carretera que conduce a Irurzun-Lasarte. También nos dijo haberlas recogido asociadas con *numulitos* en Ocha-gavia y Jaurrieta (Navarra).

El género *Paleodichthyon* se halla representado en Guipúzcoa en variedad de especies, la mayoría nuevas. Las hay cuyo tejido apenas puede distinguirse sin el auxilio de la lente y otras en las que se distinguen claramente todos los detalles (fotografías 11, 12, 13 y 14.)

Entre las recogidas son perfectamente clasificables el *Paleodichthyon Strozi* y el *P. Majus*, característico éste del *eoceno superior*. El primero le colocan los paleontólogos entre el *cenomanense* y el *eoceno superior*.

Las impresiones de *Chondrites* (fotografías 15 y 16) afectan gran variedad de dibujos. Teniendo a la vista las láminas que acompañan al trabajo del Dr. Oswald Heer, titulado *Die Weltliche Flora del Schweiz*, creemos poder reconocer las especies *Chondrites affinis*, *C. Targionni* y *C. inclinatus*.

Entre los *Cilindrites* están perfectamente definidos el *C. zick-zack* y el *C. convolutus*.



FOTOGRAFÍA 5.ª—*Scolithia prisca*, Quaterface.



FOTOGRAFÍA 6.ª—*Scolithia prisca*, Quaterface.





FOTOGRAFÍA 5.^a—*Scolithia prisca*, Quatreface.



FOTOGRAFÍA 6.^a—*Scolithia prisca*, Quatreface.





FOTOGRAFÍA 7.^a—*Scolithia prisca*, Quatreface.



FOTOGRAFÍA 8.^a—*Scolithia prisca*, Quatreface.





FOTOGRAFÍA 9.^a—*Scolithia prisca*, Quatreface.



FOTOGRAFÍA 10.^a—*Scolithia prisca*, Quatreface.





FOTOGRAFÍA 11.^a--Paleodichthyon Sbrozii, Mgh.



FOTOGRAFÍA 12.^a--Paleodichthyon Majus, Mgh.





FOTOGRAFÍA 13.^a—*Paleodictyon minutum* (especie no descripta).



FOTOGRAFÍA 14.^a—*Paleodictyon*, fucoides y otros restos vegetales no descriptos.





FOTOGRAFÍA 15.^a— Chondrites Targionni, arbúscula, etc.



FOTOGRAFÍA 16.^a—¿Chondrites Caespitosus?



FOTOGRAFÍA 17.^a—¿Helminthoidea Crassa, Schafh?





FOTOGRAFÍA 18.^a—¿Helminthopsis? ¿Pseudobilobitis? ¿Pistas de otros anelidos?



Hay gran variedad en huellas de *Helmintoides*, contando más de 20 especies al parecer diferentes (fotografías 17, 18 y 19).

La *Munsteira bicornis* y el *Nullipurites terciarius* también se hallan representados.

Son, pues, numerosas y variadas las impresiones de animales y vegetales que se encuentran en los maciños eocenos de Guipúzcoa, y declarándonos incompetentes en esa rama de la ciencia, que debe estar en sus albores por cuanto su bibliografía es reducidísima y apenas conocida, tenemos, no obstante, la certeza de que será de grandísimo interés y utilidad el estudio de la fauna y flora eocenas guipuzcoana por quien esté suficientemente preparado para esa clase de trabajos.

En el *Instituto Geológico de España* hay una colección con los mejores ejemplares recogidos por el Sr. Azpeitia y por nosotros, y a estas notas acompañamos algunas fotografías que dan idea de la compleja materia de que se trata.

Sobre el terreno puede hacerse cómodamente ese estudio en la carretera que conduce desde Zarauz a Zumaya, pasando por Gueña, y en la cantera de donde se extraen materiales para las obras del puerto de este pueblo.

Recogimos también *Scolithia prisca*, *Fucoides*, *Chondrites*, etcétera, en los desmontes del paseo de coches que bordea el monte Urgull de San Sebastián, así como en las canteras de la falda Norte del monte Ulía.

Sobre la serie de capas margosas y maciños que coronan el sistema, ya indicamos que viene la potente masa de areniscas de color amarillento, formadas por gruesos granos redondeados de cuarzo trabados por un cemento silíceo. Entre esos bancos se intercalan lechos de margas de muy pequeño espesor.

Proporcionan las areniscas un excelente material de construcción por ser blandas cuando están recién arrancadas, por lo tanto, fáciles de labrar, pero pasando algún tiempo se endurecen al perder el agua de cantera. La mayoría de las casas de San Sebastián y de los pueblos de la costa están construídas con esa clase de materiales, así como las obras de fábrica en las carreteras y ferroca-

riles. No contienen fósiles, sólo hemos visto algunas impresiones de vegetales y de *helminthoides* en un liso que hay próximo a la cumbre del Monte Iguedo en el camino nuevo para la subida de coches.

Este horizonte se ve desde el cabo Higuer (Fuenterrabia) hasta Zarauz, apareciendo de nuevo en el islote de Guetaria.

Para la subdivisión del sistema le consideramos dividido nada más que en tres subedades o tramos, no sólo porque nos consideramos incompetentes para fijar mayor número en los materiales que hemos visto, sino también porque tenemos la convicción de que el hacer muchas subdivisiones, cuando todavía no están perfectamente definidos los tramos por medio de pruebas paleontológicas suficientes, no conduce más que a confusiones y a que bien pronto sea rectificada la clasificación hecha.

En confirmación de ello, baste decir que, refiriéndose a la región *Cántabro-pirenaica*, Mr. Carez distingue 17 niveles de los cuales corresponden siete al *eocono inferior*, uno al superior y los restantes a la parte media del sistema. Pues bien, el Sr. Mallada, comentándola, dice (1): «Es deplorable que con sus mismas aclaraciones el Sr. Carez demuestre la imperfección de su clasificación.»

En términos generales creemos poder decir que el tramo superior se halla representado en los macifos con *Paleodictyon Majus*, *P. Strozzi*, *Scolithia prisca*, etc. Los potentes bancos de areniscas amarillentas que se les superponen deben también ser tomadas como eocenas mientras no se encuentren fósiles que prueben correspondan a edad más moderna.

El *eocono inferior* le hallamos representado en las areniscas y margas con *Scolithia prisca*, *Chondrites*, *Fucoides*, etc., que se apoyan sobre la caliza rosácea de Zumaya. A su vez sirven aquellas de asiento a las calizas y margas azuladas con *alveolinas* y *numulitos* de la cantera de Campalla (Guetaria).

El *eocono medio* pudiera ser el conjunto de margas grises y

(1) *Explicación del Mapa geológico de España*, t. VI, pág. 10. Año 1907.

areniscas intercaladas entre los sedimentos que hemos supuesto forman los tramos superior e inferior, verificándose el tránsito insensiblemente, tanto en lo referente a caracteres petrográficos de las rocas como a la fauna y flora de cada uno de ellos.

Fueron, pues, los elementos eocenos de naturaleza silicea y margosa, dominando la primera, siendo muy raro que el elemento único sea el carbonato de cal. Pero el tránsito de una clase de rocas a otras no es repentino, sino que se ven repetidas alterancias y cambios graduales debidos a las proporciones variables en que entran los granos de cuarzo, la arcilla y el carbonato de cal, lo cual hace que sea difícil el deslinde exacto de los tramos.

Adán de Yarza, en su descripción geológica de Guipúzcoa (páginas 66, 67 y 84) solamente veía representado el *cenomanense superior* y acaso el *thuronense* en la potente serie margosa comprendida entre las calizas coralinas del *infracretáceo* y los gruesos bancos de areniscas, que, según todas las probabilidades, correspondían a la parte inferior del *senonense* por la analogía que hallaba entre ellas y las que designadas en los Pirineos franceses con la denominación de *Grès de celles* se consideran por monsieur Hebert como la base del *senonense*, que son equivalentes a las que aparecen en Ribenac, cerca de Pau, sobre las cuales se apoyan las calizas de Bidache.

Monsieur Hebert, posteriormente, refiere esas areniscas al *senonense superior*, o por lo menos al medio (1).

Para M. Jacquot son estas rocas continuación de las calizas silíceas de Bidache en cuya prolongación se hallan colocadas y, según él, cenomanenses (2).

Monsieurs Collomb, de Verneuil, Triguer (páginas 336 y 337) y Maestre (pág. 31) consideran igualmente un solo grupo de capas margosas con interposición de areniscas y bancos calizos entre esos mismos horizontes y las refieren todas a la misma época, o sea, al *cenomanense superior*.

(1) *Bulletin de la Soc. G. de France*, t. X, serie 3.^a, pág. 650. Año 1881-82.

(2) *Description géologique des falaises de Biarritz*, 1864.

En la *Descripción física y geológica de Vizcaya* dice el señor Adán de Yarza (pág. 85) que las areniscas que aparecen en las cumbres de los montes de Oiz, Vizcargui y Umbe corresponden indudablemente al mismo horizonte que las que forman la costa oriental de Guipúzcoa y las sitúa en la base del tramo *senonense*. No obstante, añade: «La carencia de fósiles nos impone, sin embargo, una prudente reserva y solamente como probable indicamos la edad *senonense* de estas capas.»

En su *Mapa petrológico en bosquejo de la provincia de Guipúzcoa* figura en color amarillo la costa oriental de la provincia, y en la explicación pone: ¿*Cenomanense o eoceno inferior*? En el texto que acompaña al Mapa, al ocuparse de las areniscas superiores, cita Jaizquibel, Ulla, Urgull, Igueldo, San Antón, etc. (página 23) y esta nota: «En mi *Descripción geológica de Guipúzcoa* referí estas areniscas al *cretáceo superior*. El geólogo Stuart Menteath asegura haber encontrado en ella fósiles que les asignarían una edad más moderna, colocándolas en el eoceno inferior.»

En los *Apuntes de geología* supone que las facies de *Flysch* una parte es *cenomanense* y otra *senonense*. Las areniscas superiores pudieran ser, por analogía a lo que conocía de Álava, del *senonense superior* y quizás las más elevadas del *danés*, o sea, el tramo más alto del *sistema cretáceo*.

Han dado origen a estas dudas y confusiones, con las discusiones consiguientes, en primer lugar, la escasez de fósiles en el *cretáceo superior* y el no ser conocidas entonces la fauna y flora eocenas. Ha influido además el que, en general, todas las capas buzcan hacia el mar, no viéndose clara la discordancia entre unos y otros sedimentos más que en corto número de parajes, siendo la composición petrográfica idéntica o muy parecida en los dos sistemas pues queda reducida a margas, areniscas y calizas en proporciones variables según los niveles, y aun dentro de uno mismo, verificándose el tránsito de unas a otras clases de rocas, no repentinamente, sino de un modo graduado, según que domine el cuarzo, la arcilla o el carbonato de cal, cuyos tres elementos rara vez dejan de encontrarse.

El único geólogo que ha escrito dando cuenta de que había terreno *eoceno* en Guipúzcoa fué P. W. Stuart Menteath, pues si bien es verdad que el Sr. Azpeitia lo ha estudiado, sus trabajos aún no se han publicado.

Dijimos al ocuparnos del *cretáceo superior* que la serie de capas compuestas de areniscas, calizas y margas del *Flysch* de Guipúzcoa y Navarra las encontraba Stuart Menteath muy parecidas a las del *eoceno* de Cataluña y parecían reposar en realidad en concordancia sobre el *senonense* de Bidart, sin entrar en otros detalles, pues no encontró más fósil que una impresión semejante a la *Scolithia prisca*, tenida entonces como *cenomanense* (1).

En una comunicación del mismo geólogo a la *Société Géologique de France*, en mayo de 1894, con el título *Sur le Flysch de Biarritz et de St. Sebastian* (2) dice que las capas superiores de la costa de España entre Fuenterrabía y Orio, clasificada siempre como *cretácea*, es *eocena*.

Las margas con *Fucoides* que se encuentran al Norte de Fuenterrabía descansando muy regularmente sobre la caliza rosácea de Caseville, o sea, el *Flysch* de Caseville, Fuenterrabía y San Sebastián representan, a su modo de ver, la base del *eoceno* y pueden ser el *garunense*. Pasan inmediatamente a las areniscas del *eoceno medio*, análogas a las que contienen numulitos en el Port-Vieux de Biarritz, y de ellas, a su vez, a otras areniscas que forman el tramo superior.

Llegó a esas conclusiones sólo por estudios puramente estratigráficos, «pues los terrenos, dice, reproducen exactamente las rocas del *eoceno superior* de Biarritz en composición, accidentes ferruginosos y descomposición característica. La abundancia de *Fucoides*, la presencia de la *Scolithia prisca*, Quatref. en todos los niveles y la disposición estratigráfica, son rasgos salientes de esta facies notable de los terrenos cretáceos superiores eocenos».

(1) *Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipúzcoa et Labourd* Bull. de la Soc. G. de France, t. IX, serie 3.^a, páginas 304 y 314, años 1880-81.

(2) *Bulletin de la S. G. de France*, t. XXII, serie 3.^a, *Compte rendu des séances*, 7 mai 1894, pág. 81.

La caliza rosácea de Caseville que para él es el vértice del senonense, está representada en la Punta de Santa Ana (Fuenterrabía). Encima vienen las capas del *Flysch* que en Fuenterrabía, Pasajes y San Sebastián considera como prolongación de las de Hendaya, San Juan de Luz y Biarritz, francamente eocenas.

En otra comunicación posterior (1) con el título *Sur l'eocene des Pyrénées occidentales*, da cuenta de que la zona eocena sigue en Guipúzcoa hasta Guetaria y forma una ancha faja a través de casi toda Vizcaya entre Guernica Durango y Bilbao, hasta el NO. de Portugalete. Es de opinión que debe representarse en color amarillo esa parte de la costa cantábrica en una longitud de unos 70 kilómetros y un ancho que llega a cinco kilómetros en varios puntos.

Afirma haber encontrado *numulitos* y *operculinas* examinando con la lente la parte media de las areniscas eocenas de la entrada del Puerto de Pasajes que tienen 500 metros de espesor y pasan insensiblemente al *eoceno inferior* de 150 metros, que se apoya sobre la caliza rosácea *senonense*.

«Los fósiles, dice, perfectamente caracterizados como géneros, son difíciles de desprender, pero tienen mucha semejanza con el *Numulites variolaria*, *N. Ramondi*, Dufr., y la *Operculina Ammonia*, Leyn.» Nosotros no pudimos encontrarlos en ese paraje a pesar del interés que en ello pusimos.

«Los Fucoides del *Flysch*, también dice, abundan en todas partes donde la facies margosa domina, y he encontrado en las capas superiores del Cabo de Higuer una *Scolithia prisca*, Quatref que es atribuida en los tratados de Paleontología al *cretáceo* de San Sebastián, pero que debe proceder de las canteras con sílex del *Flysch* semejante al de Saint Jean de Luz que se encuentran en el *eoceno inferior* del monte Ulía inmediatamente por bajo de la arenisca de Pasajes.»

En el último trabajo que conocemos de Mr. Stuart Menteath,

(1) *Communication faite a la séance du 31 mai 1894. (Bull. Soc. G. de France, t. XXIII, serie 3.ª, pág. 242, año 1894.*

Sur les gisements métallifères des Pyrénées occidentales (pág. 4), insiste en que en el Mapa geológico de Guipúzcoa se representa como *cretáceo* el *numulítico* de Biarritz que ocupa la costa de Guipúzcoa en más de 30 kilómetros.

Resulta, por consiguiente, que dicho geólogo, que tanto había estudiado Guipúzcoa y Navarra así como el Mediodía occidental de Francia, estaba en lo cierto cuando hacía esas afirmaciones, aunque los límites que asigna al *eoceno* varían mucho de los que él fija. Opinamos que no sólo llega ese terreno hasta Guetaria, sino que continúa hasta el límite occidental de la provincia. Es cierto que las areniscas más altas no pasan de Zarauz, salvo en la isla de Guetaria, pero las margas y maciños con *Scolithia prisca*, *Paleodichthyon*, etc., siguen sin interrupción, y precisamente al Oeste de Zumaya están la cantera de Campalla con calizas y margas con *alveolinas* y *numulitos* y los maciños con *Scolithia prisca*, etc.

Por el contrario, estima que el espesor del *eoceno* llega en algunos puntos a cinco kilómetros. Nosotros creemos que la potencia no pasa de 1.000 metros.

De sus escritos se deduce que apenas si hay restos fósiles; ya hemos citado variedades de *numulitos*, *alveolinas*, *Scolithia*, *Paleodichthyon*, etc., de las cuales se hallan numerosos ejemplares, y no nos cabe la menor duda que la lista será fácilmente aumentada, no sólo en familias, géneros y especies, ya descritas en los trabajos especiales sino también con otras hasta hoy desconocidas.

Especialistas en estos estudios encontrarán material más que suficiente para dar a conocer cosas nuevas sobre el *eoceno* y pondrán en claro mucho de lo que hoy se desconoce.

Con esto damos por cumplido el objeto de la presente nota, reducida a hacer un sucinto resumen de las opiniones que diversos geólogos han emitido sobre los terrenos *infracretáceo* y *cretáceo* de Guipúzcoa, indicando las obras donde pueden hallarse los detalles de sus trabajos y también el dar cuenta de los fósiles que hemos encontrado, *numulitos*, *alveolinas*, *Paleodichthyon*, etc., no citados en esa región, que prueban, sin discusión alguna, la existencia del *eoceno*, así como también el dar a conocer algunas de las

fotografías obtenidas sobre el terreno y de los ejemplares de la colección del Instituto Geológico de España, con impresiones que no sabemos hayan sido descritas hasta ahora, algunas de las cuales bien pudieran ser de vegetales o efectos de retiradas de olas, según las teorías más modernas. (Fotografías del 20 al 25.)



FOTOGRAFIA 19.^a — No descritas. ¿Pistas de anelidos?

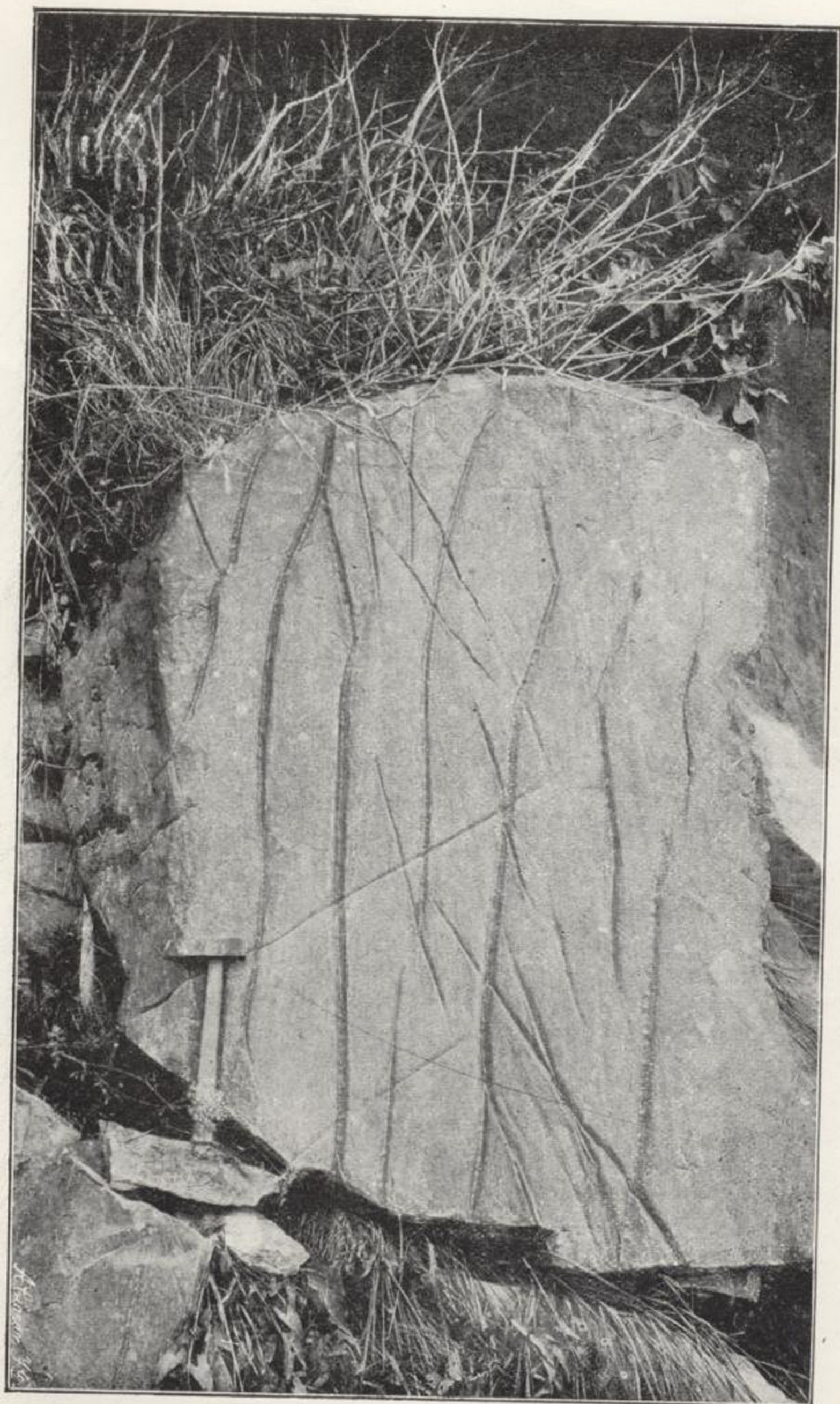


FOTOGRAFÍA 19.^a — No descritas. ¿Pistas de anelidos?

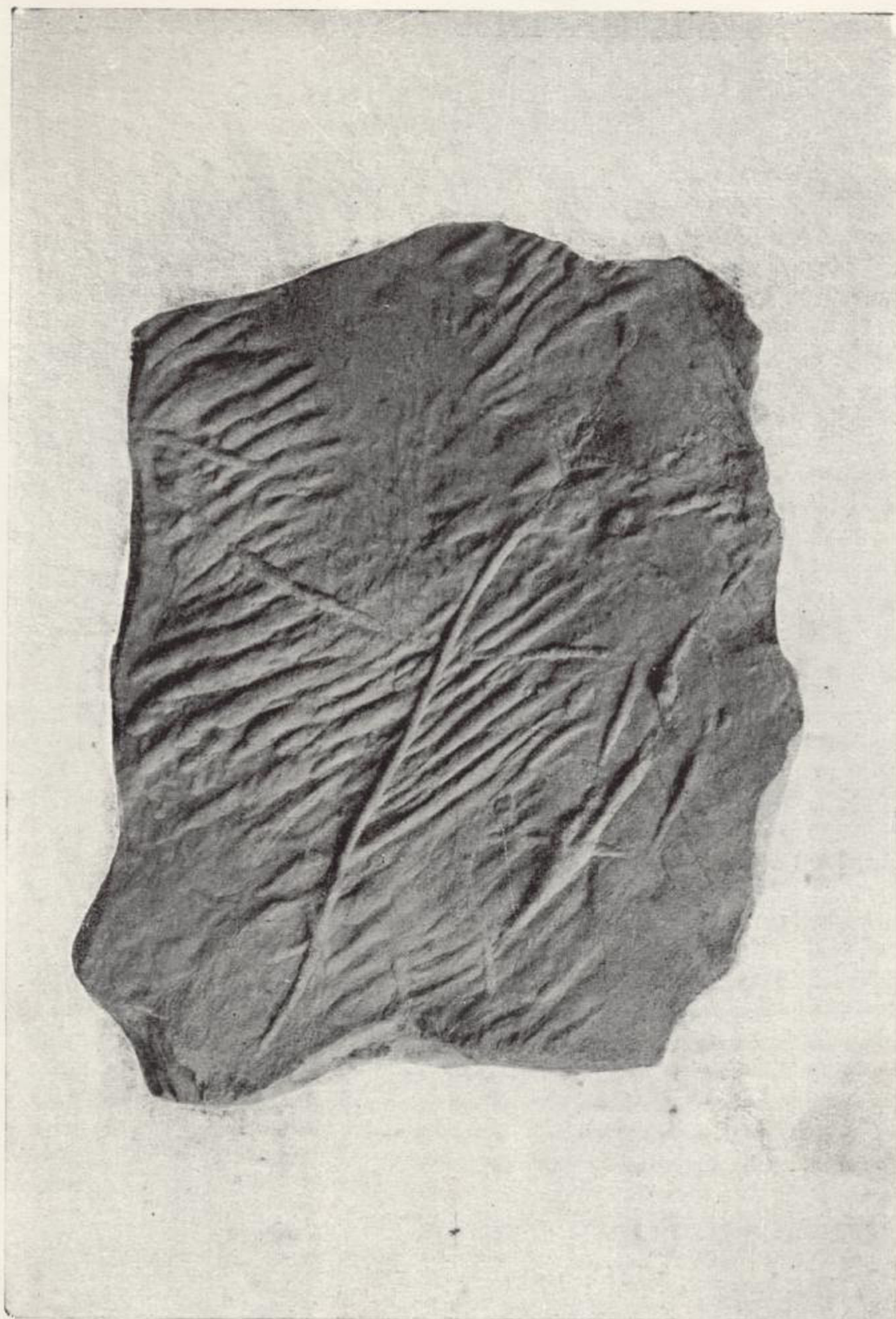




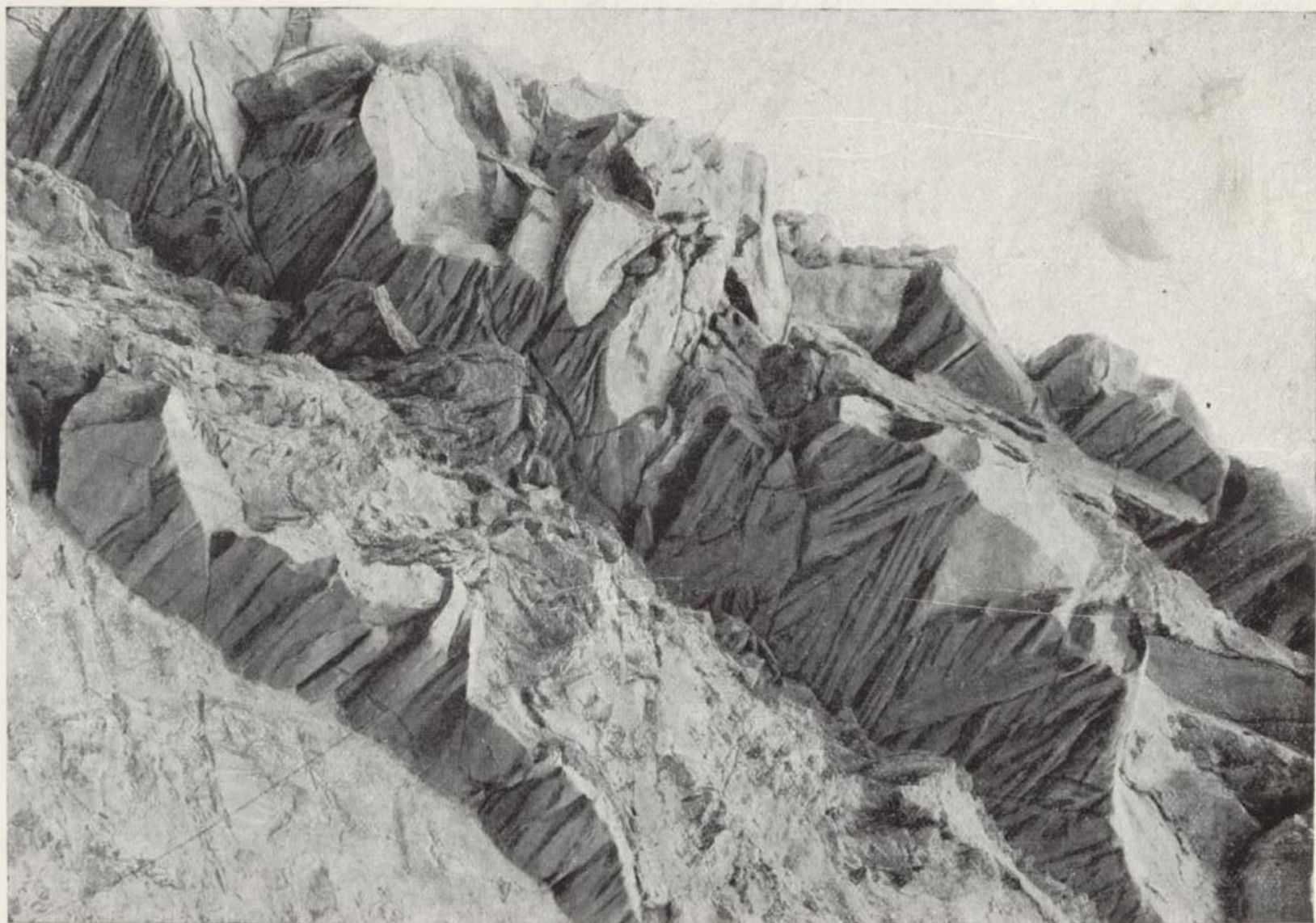
FOTOGRAFÍA 20.^a—Fucoides y variedad de especies vegetales no descritas.



FOTOGRAFÍA 21.^a—¿Impresiones de vegetales? No descriptas.

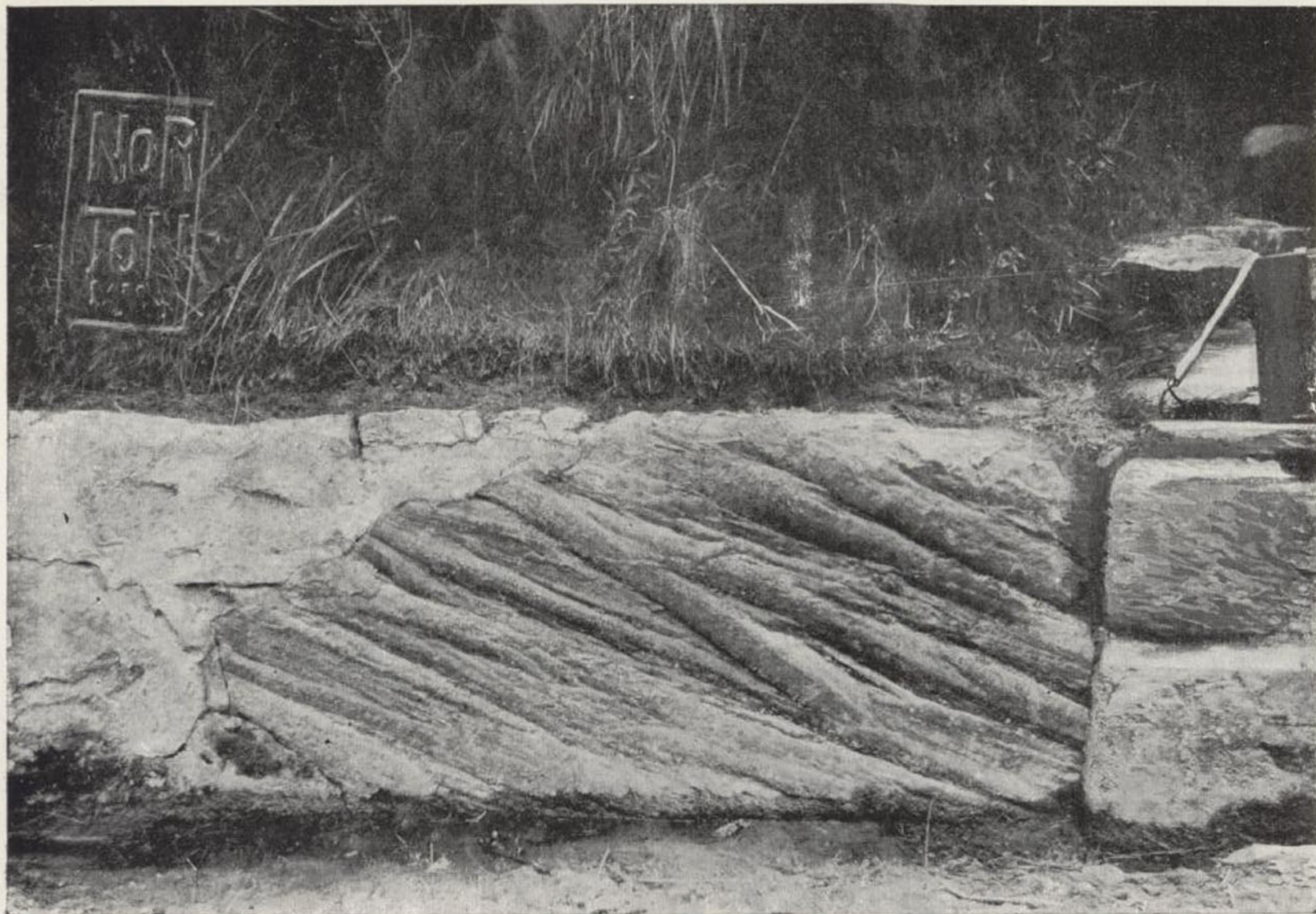


FOTOGRAFÍA 22.—No descriptas.
¿Impresiones de vegetales? ¿Efectos de retirada de olas?



FOTOGRAFÍA 23. — No descriptas. ¿Impresiones de vegetales? ¿Efecto de retirada de olas?





FOTOGRAFÍA 24.—No descritas. — ¿Impresiones de vegetales? ¿Efecto de retirada de olas?





FOTOGRAFÍA 25.—No descriptas.
¿Impresiones de vegetales? ¿Efectos de retirada de olas?

INFORME
SOBRE EL RECONOCIMIENTO
DE LA
SERRANÍA DE RONDA

POR
D. DOMINGO DE ORUETA
ingeniero de Minas.

Informe sobre el reconocimiento de la Serranía de Ronda

Antecedentes.

En los comienzos del año 1913, el ingeniero jefe de minas don Domingo de Orueta y Duarte concibió la idea de emprender un estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda (1).

El ingeniero Orueta no pertenecía entonces al Instituto Geológico de España, del cual es Vocal en la actualidad. Desempeñaba el cargo de profesor de Electrotecnia en la Escuela de Capataces de Minas, Hornos y Máquinas de Mieres (Asturias), y por esto hubo de solicitar del Ministerio de Fomento licencia para ausentarse de dicha Escuela durante algunos meses de cada año, para poder recorrer la región. Al pedir esta licencia hizo constar el Sr. Orueta que sería de su cuenta el sueldo del profesor, ingeniero de minas, que le substituyese en su cátedra durante su ausencia. Así lo hizo el Sr. Orueta cuando el Excmo. Sr. Ministro de Fomento le concedió el permiso solicitado, cuya concesión se hizo por medio de una Real orden. Así, pues, los trabajos del Sr. Orueta en la Serranía de Ronda se han hecho con carácter extraoficial y por cuenta de dicho Sr. Orueta, sin que el Estado le haya abonado dietas ni sueldo por este trabajo.

El entonces Director del Instituto Geológico de España, el Ilmo. Sr. D. Luis de Adaro y Magro, rogó al Sr. Orueta lo acompañase en sus excursiones y trabajos de laboratorio uno de los

(1) Los motivos que le indujeron a emprender este estudio, así como los resultados del mismo, están expuestos en una Memoria titulada *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*, publicada por el Instituto Geológico de España en el año 1917.

ingenieros agregados al Instituto, con objeto de que este ingeniero practicase la geología en aquella tan importante región. El señor Orueta aceptó esta idea y fué nombrado para acompañarlo el ingeniero de minas D. Pablo Fernández Iruegas, que hacía poco tiempo había ingresado en el Instituto Geológico de España.

Se debe consignar, antes de pasar adelante, que aun cuando el Sr. Fernández Iruegas, debido a su exagerada modestia, se ha considerado y ha actuado durante el transcurso del estudio de la Serranía como un discípulo del Sr. Orueta, el papel que en realidad ha desempeñado no ha sido el de tal discípulo, sino el de un valioso e inteligente colaborador. Al poco tiempo de comenzar dicho estudio, el Sr. F. Iruegas se había habituado al especial carácter geológico de aquella región, y al reconocimiento de sus rocas, y, como consecuencia de esto, sus observaciones, notas y bosquejos, fueron de suma utilidad, así como también lo fueron los trabajos hechos por dicho ingeniero en el laboratorio que posee el señor Orueta en Gijón, en el cual se realizaron los trabajos petrográficos.

A poco de comenzar el estudio de la Serranía de Ronda hubo de llamar poderosamente la atención de los citados ingenieros la naturaleza de las rocas eruptivas, que tanta importancia tienen en aquella Serranía por su extensión y por los fenómenos que su emergencia ha originado. Y más todavía que la naturaleza misma de las rocas, resultaba extraña la clasificación que de ellas habían hecho los que primero habían estudiado a esta región. Un examen detenido de estas rocas, hecho, tanto sobre el terreno, como en preparaciones microscópicas; la comparación con las rocas de otras regiones y la clase de fenómenos metamórficos producidos por la masa eruptiva en la caja que la rodea, permitió a los señores Orueta y F. Iruegas clasificarlas debidamente y rectificar la interpretación, un tanto errónea, que sobre ellas habían emitido sus antecesores. Quedó demostrado hasta la evidencia que la enorme masa hipogénica de la Serranía de Ronda pertenece al grupo de rocas llamado *peridotitas básicas*.

Pero esta clasificación llevaba aparejada consigo la siguiente

inevitable consecuencia: «Siendo las peridotitas básicas las rocas matrices de todos los yacimientos de platino hoy conocidos, cabe en lo posible, y hasta en lo probable, que en la Serranía de Ronda, mejor dicho, en los aluviones de sus ríos, exista el metal platino.»

Procedía, pues, hacer una investigación en este sentido, en el de buscar dicho metal, cerciorándose de su presencia o de su ausencia. Así se hizo. En la segunda expedición a la Serranía recogió el Sr. Orueta muestras de arenas de los ríos que sospechaba pudieran ser platiníferas, así como también muestras de las terrazas de aluvión, cortadas y puestas al descubierto por las denudaciones naturales.

Estas muestras, debidamente concentradas por procedimientos de lavado mecánico, se sometieron, durante el verano de 1914, a un análisis espectral, que se hizo en el Laboratorio para investigaciones físicas, que dirige D. Blas Cabrera y Felipe, y en cuyo Laboratorio existen los potentes y perfectísimos espectroscopios indispensables para una investigación tan difícil como era la del platino en aquellos sedimentos.

Esta investigación la emprendió el profesor especialista don Santiago Piña de Rubles, que ha acompañado al profesor Duparc a Los Urales y conoce a fondo a las rocas peridotíticas y al platino. Lo guió en ella, con su absoluto dominio del espectroscopio, el profesor D. Ángel del Campo, y después de repetidas pruebas y comparaciones sistemáticas con espectros tipos, quedó de manifiesto la existencia del platino en los referidos depósitos, apareciendo las rayas que caracterizan a este metal en las fotografías que se obtuvieron del espectro que daban dichos depósitos. Este resultado espectrográfico se confirmó después por el análisis químico de sedimentos más concentrados. Quedó, pues, demostrada la existencia del platino en los aluviones de la Serranía de Ronda.

Este resultado, aun cuando sólo era entonces puramente científico, animaba a continuar las investigaciones en el sentido de ver si el hallazgo del metal tenía valor industrial o no lo tenía. Así se hizo. El Sr. Orueta se procuró, a su costa, un material completo

para sondear los aluviones de la Serranía hasta una profundidad de 20 a 30 metros, tomando muestras de sedimentos, que después se concentraban. Consiguió también, después de algunos esfuerzos, enseñar a varios obreros de su fábrica de Gijón los procedimientos de sondeo, concentrado y lavado. Con estos elementos se emprendieron trabajos de investigación más en grande, que se llevaron a cabo durante el otoño de 1914 y primavera y verano de 1915, siendo ayudado eficazmente en ellos el Sr. Orueta por su hijo D. Manuel de Orueta y Castañeda, también ingeniero de minas.

El resultado de ellos fué cerciorarse de la existencia del platino en la Serranía, poder determinar la manera y condiciones con que este metal se presenta, reunir algunos gramos de él que permitieran hacer un análisis químico demostrativo de que el platino de dicha región tiene la misma ley que el de los Urales, y, por último, hacer concebir la probabilidad, nada más que la probabilidad, de que los yacimientos platiníferos de la Serranía podían tener algún valor industrial. Esto último no pasaba de ser una probabilidad, porque el reconocimiento hecho por el Sr. Orueta fué demasiado somero para poder afirmar más, debido a que sus medios pecuniarios no le permitieron dar a aquél mayor extensión.

La situación del Sr. Orueta en aquel entonces (otoño de 1915) era algo extraña y anómala. Por una parte había descubierto en la Serranía de Ronda un metal cuyo valor es grande y cuyos yacimientos podían tener, por lo mismo, un valor también grande. El Sr. Orueta había hecho aquellos estudios y los trabajos de reconocimiento por su exclusiva cuenta, sin que el Estado abonase nada de ellos, y esto, unido a su situación independiente, le daba perfecto derecho legal a disponer de aquello en provecho propio. Por otra parte, los estudios científicos que antecedieron al descubrimiento del platino los había hecho el Sr. Orueta bajo los auspicios del Instituto Geológico, y aunque esto no fuera suficiente para modificar en nada al derecho legal del Sr. Orueta, había, sí, un cierto matiz moral que inclinaba a este ingeniero a contar con el Estado español antes de disponer de aquellos yacimientos. Había,

por último, una circunstancia que obligaba a tomar una determinación inmediata. El valor de los yacimientos de la Serranía era totalmente desconocido. Lo mismo podían representar una riqueza grande que ser, tan sólo, una curiosidad científica. Esta incertidumbre no se podía resolver más que de un modo: haciendo un reconocimiento sistemático de la región, con sondas y demás aparatos potentes, y esto representaba un gasto de 300.000 pesetas, al cual no podía hacer frente el Sr. Orueta.

Por esto, teniendo en cuenta las diversas fases del asunto, y después de haber meditado sobre él con la debida calma y de haber consultado con personas capaces de aconsejarlo, decidió el Sr. Orueta exponer a sus jefes y compañeros del Cuerpo de Minas todo lo hecho y encontrado hasta entonces, así como el estado del asunto, para dar a éste cierto carácter de publicidad oficial y para que dichos jefes y compañeros pudieran emitir su valiosa opinión. Al efecto, hizo la exposición antedicha en el Instituto de Ingenieros Civiles, rogándole a la Junta directiva del mismo se tomase taquigráficamente la conferencia; para que luego, una vez impresa, pudiera servir al Sr. Orueta de testimonio y de prueba cada vez que le hiciera falta demostrar las cosas que había afirmado, las que había negado y las que le parecían dudosas.

El Sr. Orueta en su conferencia expuso todos, absolutamente todos, los antecedentes del asunto. Esta conferencia tuvo lugar el 30 de Octubre de 1915 en el referido Instituto, y a los pocos días estaba impresa y entregada a todos los centros científicos de España.

Hay en ella algunos párrafos que, por su relación con lo que exponemos en este informe, tienen especial interés, por lo cual los vamos a transcribir literalmente. El Sr. Orueta, después de exponer la conveniencia de hacer un reconocimiento detenido y sistemático de la Serranía, estudió varias soluciones, ofreció al Estado los yacimientos, sin restricción alguna, y manifestó lo que procedía con respecto al valor industrial de estos yacimientos, con objeto de fijar bien las ideas e impedir se forjasen ilusiones sobre dicho valor. Decía así el Sr. Orueta:

«Tal es el estado de la cuestión. Vamos a examinar ahora las soluciones que se presentan.

»Desde luego hay la que siempre se sigue cuando los asuntos llegan al estado que acabo de exponer: dirigirse a una persona o a una entidad, nacional o extranjera, que tenga dinero, exponerle el asunto, y que vea si le conviene hacer ese reconocimiento en la región en cuestión. Y esto fué lo que primero se me ocurrió. Conozco a algunas entidades en España, y, sobre todo, fuera de España, que han trabajado conmigo, que me conocen a su vez, y es posible que dirigiéndome a ellas, le hubiera convenido a alguna venir aquí a hacer esa investigación, pero la cuestión tiene para mí otro aspecto.

»Soy ingeniero de Minas y lo tengo a altísima honra. Es cierto, y por eso lo he dicho, que este reconocimiento por sondeos se ha hecho por mi exclusiva cuenta, sin que el Estado contribuya a él ni en un céntimo, y esto me da cierta libertad para tomar las decisiones que me convenga tomar; pero no es menos cierto que, al fin y al cabo, la idea de que pudiese haber platino en la Serranía de Ronda me la sugirió el estudio geológico que yo estaba haciendo de ella bajo los auspicios de nuestro Instituto, y por eso, después de pensarlo y meditarlo, me ha parecido que en el momento en que terminase este reconocimiento que he hecho (y ha terminado hace veinte días), y antes de decir una palabra a nadie, debía venir aquí a este sitio a exponer los datos que tengo hasta ahora, ponerlos a disposición del Estado, para que éste, si quiere hacer ese reconocimiento, encuentre el camino totalmente expedito para hacerlo, para disponer allí lo que le convenga, que es como está hoy. Este es uno de los principales motivos que me han movido a hablar aquí.

»Y ahora, para terminar, entremos un poco a examinar las contingencias del porvenir, que también pueden ser de cierto interés.»

»Pudiera suceder que el Estado, después de pesar el pro y el contra de estos datos aquí aportados, después de asesorarse de personas competentes, dedujese que no le convenía emprender

este reconocimiento, que no le convenía dedicar su atención a este asunto.

»Nada habría que objetar a eso; pero pudiera suceder también que, andando el tiempo, viniese otra entidad distinta del Estado, nacional o extranjera, a hacer este reconocimiento, y puestos en el terreno de las hipótesis, nada nos impide suponer también que de ese reconocimiento resultase allí una riqueza grande en platino. Por si tal caso llega, quiero precaverme contra todo cargo que se me pueda hacer de falta de patriotismo, o de haber llevado esto a una entidad a quien no debía llevarlo sin contar con el Estado español. Me parece que después de lo que he dicho antes, nadie tendrá derecho a hacerme cargos de esta clase si mi hipótesis se realiza.

»Pero todo lo dicho presupone que de ese reconocimiento hecho, bien sea por el Estado español, bien por una entidad distinta del Estado español, ha de resultar en la Serranía de Ronda una riqueza grande en platino. En ese caso, claro está, todo serían satisfacciones, todo serían plácemes para el amigo Orueta; pero puede resultar también que las zonas ricas de la Serranía de Ronda sean tan pequeñas que no merezca la pena explotarias. Puede suceder, por consiguiente, que el dinero en este reconocimiento se gaste en balde, es decir, en balde no se gastaría nunca, sobre todo si lo gastaba el Estado, porque hay allí varios problemas de interés grandísimo que resolver, que tienen sumo interés científico y que no pueden resolverse más que examinando las arenas que salgan de los taladros; pero esto no quita valor al argumento. Desde el punto de vista concreto que aquí se persigue, riqueza en platino, puede suceder perfectamente que aquello no valga nada y que el dinero que se gaste en reconocerlo sea dinero gastado en balde, y si este caso se realiza, ya no serán todas satisfacciones, y quizás ya no sean todos plácemes para el Sr. Orueta, y quiero precaverme contra esto; puede llegar a decirse que yo, con mis entusiasmos y con mis optimismos, he llevado allí al Estado, o a otra entidad cualquiera distinta del Estado, a que tire su dinero por la ventana, y para precaverme de ello, debo hacer constar que res-

pondo, sin restricciones de ningún género, de todos los datos que he aportado aquí, pero que no hago vaticinio ninguno—conste así—sobre el porvenir de esos yacimientos.

»Ya he dicho por qué no los hago: porque no los puedo hacer, porque me faltan datos para hacerlos, porque no tengo una base firme en qué apoyar un pronóstico de esta naturaleza.

»Rechazo, por consiguiente, toda clase de cargos que en lo futuro se me puedan hacer sobre este particular.

»Y habéis de perdonarme, señores, que para decir esto haya insistido tanto, haya tardado tanto y haya empleado también un tono quizá un poco solemne, impropio de una conversación de esta clase; pero poneos un momento en mi lugar; yo no quisiera que en época alguna se me pudiera confundir con uno de esos lanzadores de negocios fabulosos mineros que andan por ahí y que tanto daño han hecho, por cierto, a la minería española: yo me precio de no ser de esos.»

Como se ve por los párrafos que hemos transcripto, el señor Orueta expuso la cuestión tal cual era; insistió todo lo que honradamente debía insistir sobre la incertidumbre que en aquel momento había sobre el valor de los yacimientos de platino de aquella región, y procuró, por todos los medios a su alcance, que a expensas de su nombre no se crease una aureola de ilusiones y de optimismos exagerados.

Lo dicho por el Sr. Orueta en el Instituto de Ingenieros Civiles llegó a oídos de S. M. el Rey. Sería una omisión imperdonable no consignar aquí cuál fué la actitud del Jefe del Estado ante el descubrimiento que nos ocupa, y aunque sea apartarnos de la pauta establecida para redactar informes como éste, vamos a exponer cuál fué la actitud del Monarca, cumpliendo al hacerlo con un deber elemental de gratitud.

Su Majestad el Rey llamó al Sr. Orueta por conducto de su entrañable amigo el Conde de Valmaseda, y pidió al primero le explicase minuciosamente la génesis y el proceso del descubrimiento. Así lo hizo el Sr. Orueta, escuchando en el curso de su explicación atinadas observaciones y proyectos de S. M. el Rey, que demostra-

ban su extenso conocimiento de las necesidades de España en relación con su progreso industrial. De este modo quedó S. M. minuciosamente enterado del asunto, así como de las probables contingencias que podía traer consigo el reconocimiento de la región, la idea del cual aceptó y acogió con marcada bondad desde el momento en que el Sr. Orueta se la expuso. Ofreció S. M. prestar su valiosa ayuda para todo, y hechos posteriores han venido a probar cuánto ha facilitado dicha poderosa ayuda al éxito del trabajo.

En el curso de la conversación hubo de preguntar S. M. el Rey al Sr. Orueta si existían o había probabilidad de que existiesen en la Serranía de Ronda metales aplicables a las industrias militares, cuya necesidad se deja sentir cada día más en España. Contestó a esto el Sr. Orueta que, en efecto, existen en dicha región yacimientos de dos de estos metales, el cromo y el níquel, siendo este último, sobre todo, por sus muchas aplicaciones y por su relativa escasez en el mundo, uno de los que más interesaba obtener en nuestro país.

Su Majestad el Rey indicó entonces la conveniencia de extender el reconocimiento, además del platino, al cromo y al níquel; indicación que, como es natural, consideraron oportunísima los señores Conde de Valmaseda y Orueta, y, en consonancia con ello, se llevó después a la práctica.

La idea de S. M. el Rey era que, en caso de encontrar yacimientos de cromo y níquel, reservarlos exclusivamente para las necesidades de las industrias militares de España, las cuales están hoy día supeditadas por completo a la importación extranjera, viéndose precisadas a adquirir el ferroníquel y el ferrocromo que necesitan para la fabricación de proyectiles, escudos, arzones, etcétera, y estando, por consiguiente, en un estado de inferioridad que podía llegar a ser sumamente grave en el caso de una guerra. Existiendo en España níquel y cromo, podría el Estado montar una fábrica para la producción de níquel metálico y los dos *ferros*, consiguiendo con ello que desapareciese la citada dependencia del extranjero.

El Instituto Geológico de España cumple un grato deber elevando a S. M. el Rey el testimonio de su más profunda gratitud por el valiosísimo apoyo que se ha dignado prestar a este trabajo.

El Gobierno, y en su nombre el Excmo. Sr. Ministro de Fomento, aceptó la oferta del Sr. Orueta y el proyecto de reconocer la Serranía de Ronda por cuenta del Estado. Dicho se está que el presupuesto de 300.000 pesetas hecho por el Sr. Orueta para el reconocimiento del platino resultaba ahora deficiente, por el mero hecho de haberse ampliado dicho reconocimiento al cromo y al níquel, cosa que obligaba a reconocer a la Serranía por entero. No obstante esto, el Gobierno aceptó el plan de un reconocimiento completo.

Dada esta aceptación, procedía, en primer término, impedir que la codicia de los mineros cubriese de registros a la zona que se iba a reconocer, y que en aquel momento estaba casi toda ella franca de registros y de minas. Al efecto, el Excmo. Sr. Ministro de Fomento, por medio de un Real decreto, suspendió temporalmente el derecho de registro en una zona cuyos límites designó el señor Orueta, que abarcaba con amplitud sobrada a la región metalífera que se trataba de reconocer. Estos límites fueron: desembocadura del Guadalhorce, curso de este río hasta la desembocadura en él del Turón, curso de éste hasta su nacimiento, línea que une a dicho nacimiento con el caserío de Fila en el valle del Genal, línea a 200 metros al NO. y Oeste del río y paralela al curso de él y al del Guadiaro, hasta la desembocadura de este último en el Mediterráneo, y orillas de este mar hasta la desembocadura en él del Guadalhorce, que se tomó como punto de partida.

La zona así limitada en la Serranía de Ronda, de la provincia de Málaga, y parte pequeña de la de Cádiz, mide aproximadamente *mil quinientos kilómetros cuadrados* de superficie.

Algunos meses después este Real decreto se elevó a la categoría de ley, en la que se puntualizan la aceptación del reconocimiento, se encomienda éste al Instituto Geológico de España y se fijan los derechos que el Estado se reserva sobre lo que de dicho

reconocimiento resulte. No entraremos a detallar los trámites legales del asunto porque son de dominio público y no han ofrecido incidentes dignos de mencionarse.

No fué necesario esperar a la aprobación de la ley para comenzar los trabajos. Los primeros fondos necesarios los pudo facilitar el Instituto Geológico del capítulo de sondeos, merced a una Real orden que se dictó autorizando esta transferencia. De aquí que no se perdiera ni un momento y que los preparativos del reconocimiento comenzasen en el mes de noviembre de 1915, pocos días después de la conferencia del Sr. Orueta.

Preparación de los trabajos. Personal.

Sabía el Sr. Orueta que existían en España dos máquinas de sondear norteamericanas, sistema Keystone, del modelo número 4, construídas exprofeso para el reconocimiento de aluviones fluviales, que habían sido empleadas por una Compañía inglesa en las investigaciones auríferas del río Sil. Fué una verdadera suerte encontrar a dichas dos máquinas en uno de los almacenes del Rastro acompañadas de todo su herramental y de unos 60 metros de tubería de acero forjado de seis pulgadas (160 milímetros aproximadamente) de diámetro interior, estando todo ello bastante bien conservado.

El Instituto Geológico adquirió todo este material por 6.500 pesetas y lo transportó al taller de reparación y ajuste que dirige el ingeniero de minas Sr. Cerero, para hacer en las máquinas una reparación general y suplir lo que en ellas faltase. Es para nosotros un deber muy grato manifestar aquí que el Sr. Cerero y el personal a sus órdenes pusieron toda su atención, y hasta entusiasmo, en llevar a cabo el trabajo referido, y que lo ejecutaron con una perfección y una rapidez dignas de todo encomio. A fines de enero de 1916 estaba todo él reparado y completo, en disposición de funcionar.

Aunque sea adelantar sucesos, debemos decir ahora que esta

reparación se hizo *a fondo*, como lo prueba el hecho de haber estado funcionando las máquinas durante cerca de tres años sin haber exigido reparaciones serias, y sí tan sólo un ligero recorrido, que se hacía pocos días antes del comienzo de cada campaña.

Para terminar lo relativo a material de sondeos, debemos decir que, estando dicho material escaso de tubería, se encargaron a la fábrica de Keystone (Estados Unidos de América) dos lotes de ella, que llegaron a San Pedro Alcántara, centro del trabajo, y que están todavía útiles en su mayoría. Diremos también que, a pesar de la extraordinaria intensidad del trabajo, como después veremos, no ha habido ningún tropiezo en él que se pueda achacar a la maquinaria.

Simultáneamente con la adquisición de este material, había que pensar en elegir a dos ingenieros que se encargasen del trabajo y que reuniesen, a más de la competencia requerida, posibilidad y voluntad para vivir temporadas largas en la Serranía de Ronda, lugar desprovisto de comodidades y que reúne a esto diversos otros inconvenientes, por lo cual se necesitaba en dichos ingenieros una abnegación nada común, y hasta nos atreveríamos a decir, cierto grado de entusiasmo por el trabajo que iban a acometer.

La elección recayó en los ingenieros D. Miguel Moya y Gastón y D. Enrique Rubio Sandoval, que entraron en funciones en los primeros días de noviembre de 1915, encargándose, ante todo, de dirigir la reparación de las máquinas adquiridas y de completar el material.

Es tarea muy grata la de alabar a los compañeros de profesión; pero es, al mismo tiempo, una cosa nada fácil de realizar, porque lo que se diga en justa alabanza puede ser interpretado como consecuencia del *espíritu de Cuerpo*. Por otra parte, abstenerse de decir la verdad ante el temor de esta interpretación, es una injusticia manifiesta.

En el caso que nos ocupa no pecamos de exageración al afirmar que difícilmente hubiera encontrado el Instituto Geológico dos ingenieros más aptos, más capaces y más entusiastas que los

Sres. Moya y Rubio. No son nuestras palabras las que lo dicen, son los hechos los que lo prueban.

Siendo la primera vez que dichos ingenieros manejaban sondas de aquel sistema, consiguieron, sin embargo, a los pocos meses de trabajo, efectuar con ellas un *30 por 100* más de perforación que lo que los constructores mismos de las sondas consideran como tipo normal de aquél. Los planos levantados de los ríos y los gráficos que los acompañan, han llamado, con justicia, la atención de cuantas personas técnicas han ido a visitar aquellos trabajos. Han hecho, pues, los dos citados ingenieros una labor, demostrada por sus resultados prácticos, que se apartó no poco de lo habitual.

Y hacemos aquí punto para no dar motivo a que se nos tache de parciales, pero no porque hayamos agotado lo que pudiéramos decir en pro de dichos dos ingenieros.

Don Miguel Moya desempeñó su cargo hasta 1917, en cuya época tuvo que desistir de hacerlo por ser nombrado Director de *El Liberal* y verse obligado a aceptar dicho cargo.

El Sr. Rubio ha continuado desempeñando el suyo hasta el final de los trabajos.

Al principio de 1916 el Sr. Orueta ingresó como Vocal en el Instituto Geológico de España, y cumpliendo deberes de este cargo, hubo de inspeccionar los trabajos de reconocimiento de Asturias, los de la Serranía y otros.

Al mismo tiempo que el material de sondeos se debía preparar el *material de lavado*, esto es, los aparatos necesarios para concentrar a las arenas extraídas de los taladros y para separar de ellos al platino que, pesado después, había de dar la ley, por metro cúbico o por tonelada, de las arenas.

Basándose en el procedimiento de concentración empleado en los Urales, y en el que el Sr. Orueta había seguido en sus reconocimientos, se preparó este material, que consistía:

1.º En una artesa lavadora fija, de rejilla doble y tabla conductora, sistema *Stuer*, que se adquirió en París, en el establecimiento que posee dicho fabricante, y que puede tratar unos 1.200

kilogramos de arenas al día (diez horas). En esta artesa sufren las arenas un primer tratamiento para su concentración, el cual reduce su volumen en la proporción aproximada de 100 a 10.

En el curso de las operaciones de lavado se pusieron de manifiesto algunos inconvenientes de que adolece esta artesa para el lavado de arenas sueltas. Se vió que este aparato se podía modificar y perfeccionar en varios sentidos, y, al efecto, se proyectó una artesa distinta en muchos detalles de la de *Stuer*, y se la construyó en San Pedro Alcántara durante la segunda campaña. Esta artesa ha dado resultados excelentes y ha trabajado sin interrupción hasta el final del reconocimiento. Se ha publicado una descripción completa de ella, con sus correspondientes figuras, en la *Revista Minera*, número 2.622 del 1.º de enero de 1918. Por esto no necesitamos describirla ahora.

2.º Un *rocker* o cuna oscilante del mismo modelo que se emplea en los Urales para el tratamiento en grande de las arenas platiníferas. Dicho se está que el aparato empleado por nosotros ha sido de dimensiones bastante más pequeñas que las de aquél, pues bastaba con que pudiese tratar, a lo sumo, 100 ó 200 kilogramos de arenas por día. Así, pues, la manta inclinada del *rocker* nuestro mide 0,50 por 0,42 metros, y la tabla lavadora 1,10 de longitud por 0,36 de anchura (1). Las arenas procedentes de la artesa pasaban a esta cuna, de la que salían reducidas en volumen en una proporción de 20 a uno; resultando, por consiguiente, que las arenas concentradas por este aparato representaban el medio por 100 del volumen inicial.

3.º Bateas para la concentración a mano. Después de repetidos ensayos se adoptó el modelo de batea de madera empleado en el río Sil para el lavado de arenas auríferas. Es redonda, con un diámetro de 0,40 a 0,30 y una profundidad en el centro de 0,06 metros.

Un operario hábil puede lavar en ella hasta cuatro kilogramos

(1) La descripción completa de este aparato se puede ver en cualquier tratado de preparación mecánica de las menas. Por lo cual, y por ser de sobra conocido, omitimos aquí su descripción.

de arena de una vez. En el lavadero, instalado primero en río Verde y después en San Pedro Alcántara, se fijó como límite el peso de tres kilogramos para cada lavado. Esta batea reducía el peso de arenas del *rocker* a cosa de 10 a 15 gramos, que representaban el residuo final de las arenas extraídas de cada metro de taladro.

4.º El material necesario para separar al platino del residuo anterior y pesarlo con exactitud. Este material requiere una breve explicación.

Los trabajos anteriores del Sr. Orueta habían demostrado sin ningún género de dudas que en los aluviones de la Serranía no existe platino en ese estado especial de los metales densos que se llama *estado en harina*, consistente en partículas tan sumamente tenues que permanecen durante varias horas en suspensión en el agua, imposibilitando o poco menos, su separación mecánica. El platino de la Serranía se presenta constantemente en forma de pepitas, de las cuales se han encontrado algunas de dos a tres milímetros de longitud; otras tan pequeñas que son casi invisibles a simple vista, a pesar de su mucho brillo, y otras, la mayoría, de 0,2 a 0,6 milímetros de longitud por algo menos de anchura, pues conviene advertir que la forma de estas pepitas es casi siempre un tanto ovalada.

Esta manera de presentarse el platino hacía innecesario al procedimiento químico de separación, tan largo en su proceso y de resultados tan inciertos. Se podía aislar al metal por procedimientos mecánicos, que si se tratase de una explotación en grande serían las *bateas automáticas Francois*, dispuestas en escalones y alojadas en la draga, pero tratándose de ensayos en pequeñas proporciones, como los que el reconocimiento exigía, bastaba con una separación a mano hecha con pinzas bajo un microscopio, lo cual, por otra parte, daba certidumbre grande a los resultados. Otros procedimientos que se emplearon a veces, se irán viendo en la descripción de las operaciones.

El método adoptado fué el siguiente: El residuo de la batea, que era, como hemos dicho, de 10 a 15 gramos, y en el que estaban contenidas todas las pepitas de platino existentes en el metro

de perforación a que correspondía dicho residuo (1), se recogía cuidadosamente en una cápsula de porcelana de fondo casi plano, se secaba calentándolo en una lámpara de alcohol y se guardaba en un tubo de vidrio para transportarlo al laboratorio. Dicho se está que cada residuo llevaba una etiqueta indicando el número de la serie y el del taladro de que procedía (luego veremos lo que significan estas designaciones), la profundidad de que había sido extraído y el volumen de arenas inicial a que correspondía.

En el laboratorio se empezaba por cribar a dicho residuo con una criba metálica exactamente calibrada, con agujeros de un milímetro de diámetro. El examen de lo que quedaba sobre la criba era fácil y se hacía con rapidez, porque las pepitas de más de un milímetro, a más de ser raras, se ven en seguida a simple vista. El examen de lo que pasaba a través de la criba era más difícil y había que hacerlo además con sumo cuidado, porque allí estaban casi todas las pepitas del residuo, algunas de las cuales eran pequeñas.

Este examen se hacía parcialmente, por porciones de un gramo a lo sumo, que se echaban en un platillo de porcelana colocado sobre la platina de un microscopio biocular Greenough, construido por la casa Zeiss de Jena (Alemania). La elección de este microscopio no fué arbitraria, sino determinada por las razones siguientes:

1.ª Convenía desde luego apelar a la visión biocular, porque dando ésta la sensación de relieve, que no da la monocular, permitía identificar mejor las pepitas y no confundirlas con los trocitos de acero procedentes del desgaste de las herramientas de sondeo, o con los de estaño que se solían desprender de los cubos en que se transportaban las arenas.

2.ª Elegida la visión biocular, convenía obtenerla con el máximo de propiedades útiles en la imagen; esto es, convenía que

(1) Más adelante, al describir la marcha general de las operaciones, veremos las precauciones que se han tomado para que se realice en efecto esto que acabamos de afirmar y las garantías que teníamos de que no se perdía platino en los lavados.

ésta fuera ortoscópica y estereoscópica al mismo tiempo, porque así se asemeja más al objeto de que procede. Ahora bien, es sabido que esta clase de imágenes bioculares completas sólo las dan los microscopios dobles, en los que cada pupila trabaja sobre un conjunto óptico independiente comprendido desde el objetivo al ocular, propiedad que la posee el microscopio tipo Greenough y no los otros sistemas que se emplean para visión biocular. Se necesita además para un trabajo como el nuestro, que la imagen obtenida sea *recta*, o sea que esté orientada como lo está el objeto y no aparezca invertida en el campo visual, como ocurre con los microscopios monoculares y en algunos de los bioculares, por ejemplo, en el basado en el empleo del prisma de Wenham. Esta facultad de dar imágenes rectas la posee también el microscopio Greenough.

3.ª Como había que colocar en la platina del microscopio un platillo de porcelana cuya altura es de unos 15 milímetros, y como había que manipular dentro de él con pinzas y con algún otro instrumento, se necesitaba que los objetivos empleados tuviesen mucha *distancia frontal* o de trabajo (1), y sabido es que entre los microscopios bioculares no hay ninguno que la tenga tan grande como el Greenough.

4.ª Por último, como la operación de examinar a ocho o 10 tubos de sedimento al día dura algunas horas y resulta bastante fatigosa, entra muy en consideración que el microscopio sea *cómodo*, esto es, que por su forma, por la disposición de sus órganos y por el diámetro de su campo visual permita trabajar con el mínimo de fatiga, condiciones todas que las reúne cual ninguno el microscopio Greenough.

Optamos, pues, por este modelo de microscopio, del cual po-

(1) Esta larga exposición podrá parecer nimia e innecesaria. Está justificada porque este trabajo de selección bajo el microscopio se le puede presentar algunas veces a los ingenieros que emprendan trabajos análogos al nuestro, y si en tal caso se ven, es seguro han de encontrar oportunas estas consideraciones, porque la experiencia nos ha demostrado que la elección del modelo de microscopio para el objeto que nos ocupa tiene importancia grande.

seña uno el Sr. Orueta, y lo puso a disposición del Instituto Geológico, encargándose otro igual a Alemania, el cual llegó a poco de haber comenzado los trabajos.

Colocado en la platina el platillo con un gramo de sedimento bien seco, se lo examinaba con el par de objetivos *a*, combinado con los oculares número 4, con lo cual se obtiene un aumento total de 40 diámetros, que ha resultado ampliamente suficiente (1). El alumbrado se hacía con un colector plano-convexo que concentraba sobre el fondo del platillo a la luz natural del día o a una luz artificial cualquiera.

El sedimento se iba extendiendo metódicamente hacia uno de los bordes del platillo para que no quedase ninguna pepita de platino oculta entre las arenas. Cuando se encontraba una pepita se la cogía con las pinzas y se la depositaba sobre uno de los platillos de una balanza de precisión colocada al lado del microscopio. *Estas pinzas era preciso fueran de cobre, de latón o de bronce*, y no de hierro o acero, porque las arenas densas que acompañan al platino contienen mucha magnetita y cromita, cuyos dos minerales son magnéticos (más el primero que el segundo), y al adherirse a las pinzas, cosa que sucedería si éstas fueran de hierro o acero, podrían envolver y arrastrar a alguna pepita. Pero hay otra razón, y es que se ha comprobado que algunas de estas pepitas son también magnéticas, propiedad que deben a conservar adheridas a su superficie algunas partículas de cromita magnética.

Examinado bien el residuo y depositadas en el platillo de la balanza las pepitas que contenía, se pesaban éstas, y, conociéndose, como se conocía, los litros de arena que había dado el metro de perforación de que aquéllas procedían, se establecía la proporción, obteniéndose el peso de platino por metro cúbico de arena correspondiente a aquel taladro y a aquella profundidad.

Todo el material que acabamos de describir quedó preparado

(1) Esta designación es la empleada por la casa Zeiss para sus objetivos en pares y oculares correspondientes. Véase cualquiera de los catálogos de esta casa. (*Optische Werkstaette*. Jena, Alemania.)

y en disposición de funcionar en los últimos días de enero de 1916. Se transportó a Málaga y de allí a la Serranía, en cuyo primer centro de trabajo quedó instalado en la segunda quincena de febrero.

Veamos ahora la manera cómo se han practicado los reconocimientos del platino, cromo y níquel, empezando por el del primero de estos metales. Después de esta descripción nos ocuparemos de los resultados obtenidos.

Reconocimiento del platino.

Este reconocimiento se debía hacer sondeando los aluviones de los ríos, en que los trabajos anteriores del Sr. Orueta habían demostrado la existencia del platino. Estos ríos son los de la vertiente Sur de la Serranía, porque éstos son los que nacen en la roca eruptiva y tienen en ella la mayor parte de su curso. En efecto; si se examina un mapa geológico de la región (1), se verá que la divisoria de aguas entre el río Genal y los que desembocan directamente en el Mediterráneo pasa muy cerca del contacto entre el terreno estrato cristalino y la masa eruptiva peridótica, quedando al Sur de esta divisoria la casi totalidad de esta última. Natural es, por tanto, que siendo las peridotitas las rocas matrices del platino, éste esté contenido en los aluviones de los ríos de la vertiente Sur. Los más importantes de estos ríos, por la anchura de su cauce y la longitud de su curso, son: río Verde, Guadaiza Guadalmina y Guadalmansa, enumerados de Oriente a Occidente. También es digno de atención el río Guadiaro, como después veremos, por alimentarse de cuencas en parte peridóticas.

El curso de cada uno de estos ríos se divide en dos zonas mar-

(1) Puede servir el mapa que acompaña al trabajo del Sr. Orueta sobre la Serranía, cuyo trabajo ya se ha citado antes. Puede servir también la hoja del mapa geológico de España, correspondiente a la provincia de Málaga. Como no se trata de un dato indispensable, no hemos acompañado a este informe de un mapa geológico de la región.

cadamente distintas. En la primera, a partir del nacimiento del río, la pendiente del cauce es considerable, porque en ella se pasa de un salto brusco desde una altura de más de 1.000 metros, que por término medio tiene la divisoria, hasta una de 80 metros, a lo sumo, que tiene el comienzo de las planicies terciarias que caracterizan esta parte de la costa andaluza. Consecuencia de esto es que la primera parte del curso del río sea francamente torrencial, abundando las cascadas, y formándose por la denudación un lecho muy angosto. En esta primera zona de los ríos no existen aluviones, sencillamente porque éstos no se pueden depositar, dada la violencia de la corriente. El lecho del río está, pues, limpio de arenas y con la roca al descubierto.

La segunda zona, en cambio, tiene poca pendiente, porque los 80 metros o menos de desnivel que hay entre su comienzo y el mar se salvan en un recorrido que excede, a veces, de 10 kilómetros. Como esta zona está contenida, en su mayor parte, en las planicies terciarias, el río encuentra pocos obstáculos para extenderse y su cauce es ancho, pasando en ocasiones esta anchura de 300 metros. Los aluviones arrastrados por la corriente se depositan aquí, y forman lechos cuyo espesor suele alcanzar y aun superar a 20 metros.

Así, pues, la región a reconocer, con probabilidades de éxito, quedaba bastante localizada. Se reducía a la parte de aluvión platinífero comprendida en la segunda zona del lecho de estos cuatro ríos. Llegado el momento de elegir entre ellos para comenzar, se le dió la preferencia a río Verde, porque la instalación en él era fácil y porque sus aluviones contienen menor proporción de cantos gruesos que los de los otros tres ríos (1), por lo cual no hay

(1) Debemos advertir que no son tan sólo estos cuatro ríos los que en la Serranía de Ronda contienen platino. El Sr. Orueta lo ha encontrado también en el río Genal, en el curso inferior del Guadiaro, en el de Ojén y en muchos de los arroyos que nacen en ambas vertientes. Pero tratándose de un reconocimiento industrial, en el que lo primero a tener en cuenta era el punto de vista económico, procedía limitar el reconocimiento a los ríos que, a más de ser platiníferos, contuviesen en su cauce depósitos de aluvión grandes. De estos ríos los más importantes son los cuatro citados.

tantas dificultades en el sondeo, conviniendo, como es natural, empezar por lo más fácil hasta que el personal estuviese habituado.

Por esto, el primer centro de trabajo se estableció en río Verde y en la casa «La Concepción», en la que había agua abundante para el lavadero de las arenas y alojamiento para los ingenieros y el personal de operarios que hubo que traer de Gijón, como ya se ha dicho. Esta casa fué alquilada por el Instituto Geológico a sus actuales propietarios, los Sres. Moré.

Antes de seguir adelante debemos decir algo sobre el personal obrero. Operarios que supieran manejar a las sondas Keystone no se pudieron encontrar en España. Traerlos de América era cosa punto menos que imposible entonces, debido a que con la guerra europea la intensidad del trabajo era enorme en aquel país, y, por lo tanto, difícilísimo, y muy caro además, encontrar allí y traer a España a los dos jefes de sonda que, como mínimo, eran indispensables. En vista de esta dificultad, accedió el Sr. Orueta a prestar temporalmente al Instituto Geológico algunos operarios de su fábrica. Uno de ellos fué el maestro de taller Vicente Prieto, que había acompañado al Sr. Orueta en sus reconocimientos anteriores y que sabía manejar a la sonda de mano que aquel empleó; lo cual, dadas las circunstancias, era una ventaja no despreciable. Los otros fueron dos ajustadores, montadores de vagones, que aunque no habían manejado jamás sondas de ninguna clase, estaban familiarizados con maquinaria, lo cual les daba una base para aprender aquel nuevo oficio. No fueron sólo los operarios los que tuvieron que aprenderlo. En el mismo caso se vieron los ingenieros, y vencieron la dificultad guiándose por su buen sentido y por indicaciones recogidas en libros y catálogos. Con estos medios tan reducidos en cuanto a experiencia técnica, comenzó el reconocimiento de la Serranía de Ronda. Los resultados que con ellos se han conseguido los veremos después traducidos en números.

Acopiado todo el material en «La Concepción», e interin se montaban las sondas, se procedió a ejecutar el trabajo topográ-

fico preliminar, que consistió en levantar un plano a escala grande (1:1.000) (1) del lecho del río y de sus alrededores, que sirviese de base a todos los trabajos, y para que, dibujando en él los emplazamientos de los sondeos, y obtenida la ley de cada uno, se pudiera trazar el plano subterráneo de las zonas explotables y también curvas gráficas representativas de la riqueza en platino, cubo de aluvión rico y cubo de aluvión estéril. Aunque sea adelantar ideas, diremos que de cada río se ha hecho un plano igual al de río Verde con las mismas curvas; y que, tanto el original de cada plano como su reproducción a escala más pequeña, han quedado depositados en el Instituto Geológico, en unión de los partes, muestras y demás comprobantes del trabajo.

Trazado el mapa, se hizo sobre él una distribución de taladros que sólo se consideró como provisional, porque a medida que aquéllos se fuesen practicando era de suponer se irían obteniendo datos prácticos que confirmasen la distribución provisional o aconsejasen alterarla. Para hacer esta distribución provisional se tuvieron en cuenta las razones siguientes:

1.^a En todo depósito fluvial de un metal denso existen las que en términos de prospección se llaman *la cabeza y la cola* del depósito. La primera es el punto adonde comienzan a depositarse las pepitas del metal. La segunda es el punto en que termina este depósito. La situación de ambos puntos depende de multitud de condiciones topográficas y físicas, las principales de las cuales son: la pendiente del río, la densidad del metal, el tamaño de sus pepitas, el volumen de agua y la naturaleza más o menos accidentada del lecho del río. Como en la Serranía estas condiciones no son uniformes, sino al contrario, muy variables de un río a

(1) Este mapa contiene además las alturas sobre el nivel del mar del lecho del río en las diversas series de taladros y las de los principales puntos de referencia. Para obtener estas cotas nos hemos valido de nuestros barómetros, y, con preferencia a éstos, de un excelente mapa, todavía inédito, de la provincia de Málaga, en escala de 1:100.000, que contiene más de mil cotas geodésicas, y que nos suministró la Jefatura de Obras Públicas de Málaga. Damos las más expresivas gracias al jefe de dicha provincia, D. José Rodríguez Spiteri, por el señalado favor que nos ha prestado al facilitarnos este mapa.

otro, y también dentro de un mismo río, resultaba muy difícil la determinación de ambos puntos por medio de *razones teóricas*; esto es, basándose en razonamientos deducidos del estudio de dichas condiciones (1). Por fortuna, los trabajos previos del señor Orueta habían aportado algunos datos sobre el particular, y con arreglo a ellos se trazó en río Verde, y después en los demás ríos, la primera serie de taladros, la cual se emplazó en el punto en que termina el depósito platinífero, esto es, en la cola del mismo, con el propósito de hacer nuevas series aguas abajo de la primera si los resultados de ésta lo aconsejasen así. Diremos desde ahora que, salvo en el Guadaiza, la primera serie provisional resultó bien emplazada.

2.^a Las series, o sean las hileras de taladros perpendiculares al lecho del río, se trazaron provisionalmente a 200 metros una de otra; con el propósito de disminuir esta distancia si la ley de una serie resultaba muy elevada, y aumentarla si resultaba muy escasa, o si entre una y otra serie esta ley era tan uniforme que se pudiera suponer no sufría alteración alguna entre ellas. En el curso de los trabajos ha convenido emplazar algunas series a 100 metros unas de otras y separarlas otras veces hasta 300 metros.

Dentro de cada serie se trazaron los taladros a 20 metros de

(1) Tan difícil es, y tan expuesto a errores además, que un eminente sablo-extranjero, que desempeña un elevado cargo científico en su país y que visitó a la Serranía a poco de haber comenzado el reconocimiento, basándose en dichas *razones teóricas* llegó a afirmar que el platino de la región había sido arrastrado al mar, y que en los ríos no encontraríamos más que una parte de la cabeza del depósito aluvionario. La autoridad del que así afirmaba y el tono de certeza con que lo hacía produjeron en nuestro ánimo una a modo de sugestión que nos llevó hasta a dudar de lo que la experiencia personal nos estaba enseñando; y por esto, y también para que en nuestro ánimo no quedase duda ninguna, hicimos algunas series de sondeos entre el mar y el punto que para nosotros era el final, *la cola*, del depósito de aluvión, y lo hicimos, no sólo en río Verde, sino también en los demás ríos. En efecto; el resultado fué categóricamente negativo, como suponíamos. No se ha encontrado ni una sola pepita de platino en ninguno de los taladros que se hicieron entre las colas y el mar, y téngase presente que la distancia entre aquél y algunas de éstas excede de medio kilómetro. Se puede asegurar, por lo tanto, que el platino no se ha ido al mar.

distancia, con el propósito, como en las series, de acercarlos o separarlos, según aconsejasen los resultados.

3.º La distribución comenzó por la cola del depósito para ir ascendiendo el curso del río.

Trazado sobre el mapa el plan general del trabajo, se comenzó éste por la primera serie provisional. Como las operaciones ejecutadas y la marcha general de ellas han sido constantemente las mismas, vamos a describirlas ahora de una vez para todas. Prescindiremos de reseñar los tanteos y cambios de orientaciones y procedimientos que tuvimos que hacer al principio, porque todo ello no ofrece interés para el fin que con este informe se persigue. Nos ceñiremos, pues, a exponer cómo se trabajó después de dichos tanteos, cuando la práctica nos había enseñado la ruta a seguir.

Centrada la pluma de la sonda sobre el punto en que iba a hacerse el taladro, se practicaba en dicho punto, a mano, un hoyo y se fijaba en posición bien vertical al *tubo-guía*. Este tubo mide un metro y sesenta centímetros de longitud, y la profundidad del hoyo que lo recibía era de 60 a 70 centímetros. Fijo el tubo-guía, se terminaba de perforar con el trépano el primer metro del taladro, y las tierras que de él salían se desechaban, porque la experiencia había demostrado que este primer metro no contenía nunca platinos, y sus detritus eran tierras de labor o aluviones estériles. La designación de este primer metro del taladro era de 0 a un metro.

Cuando el trépano de la sonda llegaba a un metro de profundidad, comenzaban las operaciones de reconocimiento propiamente dichas, que se hacían invariablemente del siguiente modo:

1.º Se perforaba con el trépano (1), dejando inmóvil al tubo, una profundidad de 15 a 20 centímetros, y nunca más, con objeto de que, mediando poca distancia entre el fondo del taladro y el

(1) El equipo de las sondas tiene cuatro clases de trépanos, y entre ellas una con boca, en forma de cincel agudo, destinada a aluviones poco coherentes como los nuestros. El juego entre la boca del trépano y las paredes del tubo era de 15 milímetros. Las bocas de los trépanos se forjaban y ajustaban en un calibre único e invariable, hecho a la anterior medida.

borde del tubo, no se pudieran formar *campanas* por excesivo desprendimiento de arenas y el volumen de éstas por metro de perforación fuese uniforme.

2.º Perforados los 15 ó 20 centímetros anteriores, se adaptaba el martillo a la barra de la sonda y, golpeando sobre la pieza de acero que al efecto llevan en su extremo superior los tubos de esta sonda, se hacía penetrar dicho tubo hasta el fondo del taladro. Para que esta penetración sea fácil y para que el tubo no se estropee, lleva éste adaptado a su extremo inferior un reborde cortante (zapato) de acero duro y templado.

3.º Antes o después de la operación anterior, según fuera la consistencia de los aluviones, se extraían las arenas procedentes de los 15 ó 20 centímetros de perforación, haciéndolo con la herramienta llamada *cuchara de pistón* (1). Esta operación es la que, en el caso nuestro, exigía más cuidado, porque era preciso que no se perdiese arena. Al efecto, se inclinaba la boca de la cuchara sobre una artesa larga, de forma trapezoidal, hecha de madera, pero completamente forrada por dentro con chapa de cinc y con todos sus ángulos redondeados. Vaciado el contenido de la cuchara en la artesa, se lavaba aquélla varias veces sobre la artesa misma y no se la separaba hasta no verla completamente limpia de arena, tanto por dentro como por fuera.

4.º Se continuaba la perforación con sucesivos avances de 15 a 20 centímetros, hasta que llegaba a un metro, o sea a dos metros, a contar desde el nivel del suelo. A este primer metro de perforación se le designaba *metro 1 a 2*, y con los números 2 a 3, 3 a 4, etc., a los demás del taladro.

Perforado de este modo el metro 1 a 2, se recogían las arenas que, procedentes de él, se habían reunido en la artesa, y vertiendo el contenido de ésta en cubos de hierro galvanizado, en los que se había medido cuidadosamente una cabida de 10 litros, marcando con una chapa de hierro soldada al cubo la altura de éste, que co-

(1) No describiremos aquí, ni a esta ni a las demás herramientas del equipo de sondear, porque, a más de ser sobradamente conocidas, nos saldríamos, al hacerlo, muy fuera de los límites que debe tener un informe como el nuestro.

respondía a dichos 10 litros. Se lavaba a la artesa sobre uno de los cubos para que no quedase en ella arena alguna, se sacudía a los cubos para que la arena se apelmazara y subiera a la superficie la mayor parte del agua, se decantaba ésta y se colocaban los cubos sobre un aparejo a propósito, sujeto a la albarda de los mulos, que hacían el transporte entre las sondas y el lavadero. Cada mulo transportaba seis cubos, que representaban aproximadamente una carga de 80 kilogramos.

Respecto a este transporte, conviene consignar lo siguiente: En un principio, y para realizar economías, se pensó en instalar el lavadero en un lugar próximo al de trabajo de las sondas, colocando sobre la artesa y el *rocker* cubas grandes de madera, que se llenaban de agua con una bomba de mano y actuaban como reguladores de la corriente líquida. Pero en seguida se pusieron de manifiesto los inconvenientes de este procedimiento de trabajo. En primer lugar, la economía era insignificante, porque para elevar a las cubas agua suficiente para el lavado hacían falta cuatro hombres, relevándose de dos en dos, y en segundo lugar, la artesa no podía estar bien nivelada sobre un piso tan desigual como el de los ríos, y es preciso que lo esté para que funcione bien. Se optó, pues, por instalar de una vez para todas el lavadero en un sitio a propósito, con agua abundante y a presión, no moverlo de allí y transportar a él las arenas en la forma que se ha explicado. Así se hizo. El lavadero estuvo instalado en La Concepción durante el reconocimiento de río Verde y en la fábrica de San Pedro de Alcántara durante el del Guadaiza y el Guadalmina.

5.º Llegadas las arenas de cada metro al lavadero, las volvía a medir el encargado de éste, con medidas de 10, cinco, dos, uno y medio litros, anotando su volumen y cotejando después éste con el anotado por los encargados de las sondas. Las arenas procedentes de cada metro se lavaban por separado en la artesa, el *rocker* y la batea, en la forma que se ha explicado antes. Después de seco el residuo se le pasaba al laboratorio para la separación y dosificación del platino.

6.º Los demás metros del taladro se perforaban exactamente

lo mismo que el primero, y la tubería se iba empalmando por arriba para que siempre mediase la poca distancia dicha entre el extremo inferior del tubo y la boca del trépano.

Se continuaba así hasta llegar al fondo de la capa de aluvión, esto es, hasta el *bed rock* o roca *in situ* del lecho del río. Cuando esta roca era estrato-cristalina, cambriana o triásica, su presencia se acusaba en seguida por la dureza y el color; pero si era la llamada en el país *bizcornil*, que pertenece al terreno plioceno y que abunda mucho en la región, la diferenciación entre ella y los aluviones no resulta fácil, porque su color es casi el mismo que el de éstos y su consistencia igual o poco mayor. Esta roca es un conglomerado silíceo de grano fino, que casi siempre es muy poco consistente, y lo es más cuando está sumergido en agua. Por fortuna, esta roca, que es de depósito litoral, contiene muchos fósiles marinos, y la presencia de éstos en la cuchara sirvió al principio para distinguirla del aluvión fluvial. Después, la práctica diaria enseñó a Ingenieros y a operarios a apreciar las pequeñas diferencias de aspecto que siempre hay entre el *bizcornil* y los aluviones del río, y las dudas desaparecieron.

Llegado el taladro al lecho del río, se continuaba la perforación cosa de 50 a 60 centímetros, según que la roca tuviese pocas o muchas grietas, porque la experiencia ha enseñado que el platino suele penetrar por estas pequeñas grietas hasta cierta profundidad en el *bed rock*, y esto, que ocurre en otras localidades, se ha observado también en la Serranía.

Las arenas procedentes del lecho del río se lavaban y anotaban aparte de los aluviones y se designaban en las libretas y partes con el nombre que las distingue.

Aunque sea adelantar datos, diremos ahora que en los ríos reconocidos la distancia entre la superficie y el lecho del río, o sea, el espesor de la capa de aluvión, rara vez baja de cinco metros ni pasa de 20.

7.º Terminada la perforación del *bed rock*, se daba por terminado el taladro y se extraía la tubería por medio del martillo, con golpes de abajo a arriba, que forma parte del equipo de estas son-

das, o por medio de gatos, en los raros casos en que el procedimiento del martillo no bastaba.

La sonda se transportaba al sitio del taladro siguiente, moviéndola con la máquina automotora de que van provistas las del sistema Keystone.

8.º El trabajo continuó en la forma que acabamos de explicar durante todo el reconocimiento, pues se procuró organizar las cosas desde un principio, para no tener que alterar luego ni a los detalles de las operaciones ni al orden en que éstas se hacían. De este modo todo ello llegó a hacerse de un modo maquinal, a modo de actos reflejos, que es el sistema que mejores resultados da en la práctica. Así, pues, aun cuando en el curso de ésta se haya visto que tal o cual detalle se podía mejorar con alguna ventaja, no se ha modificado el plan general del trabajo sino en aquellos poquísimos casos en los que dicha ventaja era tan manifiesta y evidente que merecía la pena obtenerla, aun a trueque de alterar un tanto la regularidad establecida ya.

Los resultados de las operaciones que acabamos de describir se consignaban en un parte impreso y especial a cada taladro. En vez de describir a este parte, nos ha parecido mejor incluir en este informe un ejemplar de él. En el reverso del parte se consig- nan las proporciones de arena y la ley de cada metro de taladro.

INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

RECONOCIMIENTO DEL PLATINO EN LA SERRANÍA DE RONDA

Taladro, serie 6. Núm. 4. Paraje Río Guadaiza.

Comenzado el 2 de Mayo de 1917.

Terminado el 3 de Mayo de 1917. Días empleados, uno.

Metros perforados en aluviones.....	Metros	5
— — en la roca subyacente.....	—	0,50
— — en totalidad.....	Metros	5,50
Promedio de avance diario.....	Metros	5,50
Volumen extraído de arenas.....	M ³	0,090
— — de detritus en la roca subyacente..	M ³	0,006

Peso del platino contenido en las arenas. Gramos 0,017
— — — en los detritus. — 0,00

Ley de las arenas por metro cúbico, 0,49

Ley de los detritus por metro cúbico, 0,00

Naturaleza de los aluviones atravesados: Arenas peridóticas corrientes.
— de la roca subyacente: Bizcornil (plioceno).

DETALLE DE CADA METRO

De 1 a 2 metros.	Litros = 23	Peso de Pt. = 0,00	Ley por m ³ = 0,00
» 2 » 3	» 25	» 0,00	» 0,00
» 3 » 4	» 19	» 2 mgs.	» 0,10
» 4 » 5	» 17	» 15 mgs.	» 0,08
» 5 » 6	» 6	» 0,00	» 0,00

Estos partes, de cada uno de los cuales se han conservado dos copias, servían para anotar en los planos parciales y en el mapa definitivo a los datos de cada taladro, los cuales servían, a su vez, para trazar las curvas de volúmenes, las de las leyes, etc., ya descriptas antes.

9.º Además de los partes y de los planos y mapas, se han reservado varios datos de comprobación, que son otros tantos documentos para que el día de mañana cualquier ingeniero pueda rectificar o ratificar lo hecho por nosotros. Pueden servir además como pruebas de lo que afirmamos en este informe. Dichos datos son los siguientes:

Cada taladro hecho ha quedado señalado con una estaca fuerte de madera, hincada en el suelo, y con la cabeza protegida por un montón de piedras. Por si las avenidas de los ríos arrancan u ocultan estas estacas, las series de taladros a que pertenecen han sido relacionadas, por medio del taquímetro, con puntos permanentes del terreno, marcados en los mapas. De este modo se podrá encontrar el día de mañana cualquier taladro cuyo resultado venga comprobar.

De cada taladro se ha tomado una muestra de unos 150 gramos de arena, que se ha guardado en un tarro con su etiqueta y se ha archivado en el Instituto Geológico. Es un documento comprobante de la composición local de las arenas.

Para poder apreciar de una ojeada cuál es la distribución de los aluviones en cada taladro, se han hecho unos cartones impresos, con rectángulos pequeños, ordenados en serie, sobre cada uno de los cuales se ha pegado, con goma incolora, una muestra de arena procedente del metro de perforación correspondiente. El último de estos rectángulos muestra a la roca del lecho del río.

Las pepitas de platino, que se han separado por los procedimientos dichos, se han ido reuniendo en tubos de vidrio convenientemente protegidos. De este platino se ha separado, ante todo, una muestra de ocho gramos, que está depositada en el Instituto Geológico de España. Otra muestra, de unos cinco gramos, se ha enviado a la Escuela de Minas; otra igual al Museo de Ciencias Naturales, y otra al Museo Nacional de París. Se han empleado además algunos gramos en repetir los análisis que se habían hecho en 1915, bajo los auspicios del Sr. Orueta, y cuyo resultado se cita en la página 557 del libro de dicho ingeniero sobre la Serranía, que ya se ha mencionado. Los nuevos análisis han dado el mismo resultado que los anteriores, o sea, una ley de platino que oscila entre 80 y 82 por 100, estando compuesto el resto de hierro, osmiuro de iridio, paladio y los demás metales, como el rodio, que acompañan al platino en casi todas las localidades en que este metal se presenta (1).

Hemos dicho antes que en el curso de los trabajos se ha procurado no alterar ni la manera de hacer las operaciones ni el orden de éstas. Sin embargo, algunas veces ha sido preciso introducir algunas variantes, motivadas por causas que surgían de improviso.

(1) El análisis exacto de este 20 por 100 restante sólo tiene interés científico, y en el momento en que escribimos este informe dicho análisis está en curso de ejecución por el notable químico D. Santiago Piña de Rubies. Su resultado será objeto de una nota aparte, que se publicará en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*.

Una de estas variantes ha sido la distribución de las series sobre el lecho del río, la cual ha sido ya descrita antes.

Otra ha consistido en variar la distancia entre los taladros dentro de una misma serie cuando se presentaba un nido de platino; esto es, un taladro que daba una ley excepcionalmente alta de este metal; por ejemplo, dos gramos o algo más por metro cúbico de arena. Se hacían entonces varios taladros alrededor de dicho nido y separados de él de ocho a diez metros, los cuales tenían por objeto determinar la extensión lateral de la zona rica. Debemos adelantar desde ahora que ninguna de éstas últimas se extiende a más de siete a ocho metros de diámetro.

Otra variante que merece mencionarse es la introducida en el procedimiento de separación del platino del residuo final de la batea. Se introduce esta variante cuando el metal se presenta en una forma *sui generis*, a la que hemos llamado *en perdigones*. Son éstos unas masas globulares rodadas, de cinco a ocho milímetros de diámetro, compuestas en su mayoría de cromita, pero mostrando signos aparentes de contener algo de platino, englobado en la masa del otro mineral. Estos signos son: la densidad del perdigón, que es mayor que la de la cromita pura, y la presencia de algunos puntos brillantes blancos en la superficie, que son las partículas de platino puestas en evidencia al desgastarse la masa por el arrastre del agua.

La dosificación del platino, cuando se presenta en esta forma, es bastante difícil, porque hay que aislarlo de la masa de cromita que lo envuelve. Es más difícil todavía cuando, a más de la cromita, entran en la composición del perdigón otros minerales, como el olivino y el piroxeno, peculiares de las peridotitas. Este último caso es muy frecuente en los perdigones de río Verde, y menos en los de los demás ríos.

Para hacer la separación nos hemos valido del procedimiento químico y del llamado *de los líquidos densos*. En los Tratados de mineralogía petrográfica se suele decir que la cromita es inatacable por los ácidos; pero el hecho es que la de la Serranía, sea por no ser completamente pura, sea por otras causas que ignoramos,

es atacada a la larga por el ácido clorhídrico concentrado e hirviente; por lo cual, si se somete a los perdigones a la acción de dicho ácido en ebullición durante cuatro o cinco horas (1), la mayor parte de las veces la cromita se disuelve en todo o en parte, quedando el platino aislado, y pudiéndoselo entonces separar y pesar.

Otras veces quedaba bastante materia sin disolver, sobre todo cuando existía enstatita en el perdigón, y entonces apelábamos a los líquidos densos, triturando previamente a aquél. Las partículas de platino se iban al fondo de la copa en que operábamos y los demás minerales quedaban flotando. Graduando con exactitud la densidad del líquido conseguíamos aislar hasta los trozos más pequeños, si éstos contenían algo de platino, pues las diferencias de densidades son grandes, como es sabido.

Los líquidos densos que hemos empleado con mejores resultados han sido los siguientes:

	Densidad.
Yoduro de metileno.....	3,34
Borowolfrato de cadmio.....	3,28
Bromoyodoarseniato de zinc....	3,76
La disolución de Thoulet.....	3,17
La ídem de Rohrbache.....	3,56
Tetrabromuro de acetileno.....	2,94

Hemos empleado el éter como disolvente para disminuir las densidades y también para poder aprovechar lo más posible los líquidos densos, que son caros y difíciles de obtener ahora con motivo de la guerra. Para determinar con exactitud la densidad del líquido o mezcla empleados nos hemos valido de la balanza de Westphal (2).

(1) Nos hemos valido de matraces de fondo plano y boca estrecha, poniendo en esta última un embudo para que el ácido evaporado se condense en él y vuelva a caer al matraz.

(2) Este mismo procedimiento de los líquidos densos lo hemos aplicado a la separación de otros minerales contenidos en las arenas de los ríos después de haber concentrado a ésta por el lavado. Los resultados han sido excelentes, y por esto recomendamos el método a nuestros compañeros, porque es rápido y bastante exacto cuando se trata de determinar la composición de un sedimento.



Descriptos ya los procedimientos de trabajo y el orden seguido al desarrollarlos, vamos a exponer ahora los resultados industriales y científicos a que con ellos se ha llegado.

Resultados del reconocimiento del platino.

Los sondeos comenzaron en marzo de 1916 y han terminado en mayo de 1918. El reconocimiento del platino se puede considerar como completo, porque si bien no se han hecho taladros con las sondas Keystone en algunos de los aluviones fluviales previstos en el primitivo proyecto, ha habido razones que justifican esta omisión, haciendo innecesarios dichos taladros.

La principal de ellas es que el reconocimiento de la zona útil del río Guadalquivir ha dado resultado negativo, demostrándose que la cantidad de platino contenido en dicha zona es insignificante, y que aquella está, por lo tanto, desprovista de todo interés industrial. Ahora bien, las rocas peridóticas, cuyos aluviones han formado a la citada zona, son las mismas que han constituido a los depósitos de la parte superior del río Genal, y, como consecuencia de esto, la composición de estos depósitos es la misma que la de los del Guadalquivir, y no hay necesidad por ello de reconocerlos con una red completa de taladros.

En el río Guadalquivir, las zonas de aluvión, que por su extensión serían explotables, están separadas unas de otras por gargantas estrechas, en las que el curso del río es torrencial y no permite se depositen aluviones en su lecho. Había, sin embargo, el propósito de reconocer a este río con las sondas Keystone; pero en vista del resultado del Guadalquivir, y en vista también de que había cierta dificultad en transportar a las sondas a través de dichas gargantas, se optó por hacer previamente un detenido lavado de ensayo en los aluviones de este río para que nos orientase sobre la riqueza o pobreza de los mismos; esto es, se hizo, antes de emprender el reconocimiento grande, una ampliación más detenida

del reconocimiento preliminar, la cual se practicó por los mismos métodos que éste, o sea lavando las arenas procedentes de fondos de terrazas y practicando de trecho en trecho taladros con sonda de mano.

El resultado de este reconocimiento fué negativo en su conjunto. En los conos de deyección de los arroyos que alimentan al Guadalmanza en su curso superior, y especialmente en los de los arroyos llamados Grande, Rancho Frío, Rijana y Samara, se encontraron leyes de platino que oscilaban entre 12 y 34 centigramos por metro cúbico; pero como el volumen de estos conos es pequeño, pues el de los mayores de ellos no excede de 130 a 140 metros cúbicos, su explotación no resultaría industrialmente económica, ni aun contando con los elevados precios que hoy día alcanza el platino.

La primera zona grande de aluvión, a partir de estos arroyos en el sentido del curso del río, es la situada entre los de Inaharro y Romera. La ley de platino determinada en ella no llega a cinco centigramos por metro cúbico, siendo menor todavía y, por consiguiente, casi inapreciable, en las otras dos zonas que siguen a ésta, que son las del comienzo del depósito terciario y la de la desembocadura del río.

Se puede afirmar, pues, que los aluviones del río Guadalmanza no son explotables industrialmente y que desde este punto de vista se deben considerar como estériles.

Queda, por último, considerar el río Guadiaro, que es, después del Guadalhorce, el de mayor caudal de la provincia de Málaga. El principal afluente de este río es el Genal, el que en su curso medio e inferior recibe las aguas de varios arroyos que nacen en peridotitas, y como entre éstas abundan allí las dunitas, es verosímil la hipótesis de que los aluviones de ellos deben contener, tal vez, platino en ley explotable. Esta hipótesis la han confirmado los lavados hechos en arenas superficiales o poco profundas, después de las avenidas del invierno y de la primavera. La mayor parte de las muestras así obtenidas daban el espectro característico del platino cuando se las sometía al análisis espectral.

Los aluviones del Genal y del Guadiaro no han empezado a depositarse hasta una región bastante próxima a la confluencia de ambos ríos, porque antes de ella, tanto el curso del uno como el del otro, es de régimen torrencial a través de gargantas estrechas de gran pendiente, y el depósito de aluviones es en ellas imposible. Sólo se exceptúan de esta regla esas vegas del curso superior del Genal, de las que ya nos hemos ocupado.

La planicie de aluvión, a partir de su comienzo, se ensancha considerablemente, habiendo sitios en que esta anchura es de tres kilómetros. Esto es consecuencia lógica de la poca pendiente que tiene el curso inferior del Guadiaro, lo que contrasta con la mucha que tiene en el superior (cap. 2.º de la obra ya citada del señor Orueta). El espesor de estos aluviones está en proporción con su anchura, y hay regiones en las que excede de 25 metros, como lo demuestran experimentos hechos para fundaciones de obras hidráulicas. Para justificar las conclusiones que van a seguir se debe tener presente también que en estos aluviones, la proporción entre los detritus de rocas peridóticas y las de otras formaciones es bastante inferior a la de los demás ríos de la vertiente Sur de la Serranía, y que en los aluviones del Guadiaro predominan las arenas procedentes de los terrenos estratocristalino, jurásico y terciario, por formar estos terrenos buena parte de la cuenca del Guadiaro y la vertiente derecha de la del Genal.

Consecuencia de esta composición de los aluviones es que las vegas del curso inferior del Guadiaro sean muy fértiles y se hayan aprovechado para el cultivo de la caña de azúcar, el algodón y otras plantas de rendimiento grande, existiendo allí fincas magníficas, como la llamada El Tesorillo, de los señores Larios.

Lo que acabamos de exponer creaba dificultades no pequeñas para el reconocimiento por sondeos. Una era la profundidad que forzadamente habían de alcanzar éstos para llegar al lecho del río, la cual hubiera encarecido el trabajo. Otra, la mayor quizás, era la necesidad de abonar sumas de importancia por el daño que la red de taladros hubiera originado en aquellos cultivos. Otra, por último, el tener que atravesar en la inmensa mayoría de los taladros,

a una capa de terreno vegetal de mucho espesor y otra, subyacente a ésta, de aluviones de poca densidad.

Había, no obstante, la probabilidad de encontrar una ley de platino aprovechable en las capas inferiores de los aluviones, pero esta probabilidad no nos pareció era suficiente motivo para acometer la empresa de reconocer al Guadiaro, cosa que, por otra parte, hubiera exigido una ampliación al crédito concedido. Pensando, pues, el pro y el contra, se optó por desistir, y este río ha quedado sin reconocer por una red de taladros. Hemos creído, sin embargo, era nuestro deber exponer las consideraciones que anteceden, para que con ellas a la vista se pueda juzgar sobre las probabilidades que ofrecen los aluviones del Guadiaro de contener una ley de platino explotable, ley que debemos hacer constar una vez más queda al estado de incógnita en el momento en que escribimos este Informe.

Veamos ahora los resultados obtenidos en los ríos totalmente reconocidos, empezando por los de río Verde. Estos resultados están contenidos en el cuadro siguiente, cuyas cifras proceden de los partes de cada taladro:

SERIES	Distancias.	Volumen total d aluvi6n.	Volumen de aluvi6n platinifero.	Ley media.	Cantidad de platino.
0 a 1.....	94	83.243	51.651	0,330	17.044
1 a 2.....	105	76.387	57.435	0,123	7.064
2 a 3.....	75	30.600	18.825	0,108	2.033
3 a 4.....	107	55.780	27.499	0,145	3.987
4 a 5.....	195	120.425	70.795	0,180	12.743
6 a 7.....	180	130.320	46.440	0,158	7.337
7 a 8.....	200	149.900	45.700	0,142	6.511
8 a 9.....	195	112.027	36.982	0,137	4.697
9 a 10.....	200	89.700	26.500	0,138	3.658
10 a 11.....	200	98.700	29.000	0,169	4.900
11 a 12.....	150	97.950	26.625	0,205	5.458
12 a 15.....	600	317.000	130.000	0,124	16.500
15 a 16.....	240	511.780	120.240	0,145	17.440
16 a 17.....	310	483.600	12.400	0,175	2.170
17 a 18.....	240	259.200	»	»	»
TOTAL.....	3.091	2.616.612	700.082	»	111.531

Además de las series que figuran en el cuadro se han hecho algunos taladros aislados para comprobar el buen emplazamiento de aquéllas y cerciorarse de que la zona reconocida comprende, efectivamente, a todo el depósito platinífero. Teniendo en cuenta dichos taladros, resulta que la longitud total de la zona reconocida en río Verde ha sido de *5.091 metros*.

El número total de sondeos ha sido de 68 y el de metros perforados de *775,94 metros*.

El volumen de arenas peridóticas procedentes de los aluviones que se ha tratado en el lavadero por los procedimientos ya descritos alcanza la cifra de *24.079 litros*, que, sumados a los 1.661 litros de detritus procedentes de las rocas del lecho del río (*bed-rock*) dan un total de arenas lavadas de *litros 25.740*.

La densidad media del material tratado en el lavadero, teniendo en cuenta su estado de división y el agua que lo acompaña, es de 1,7. Esto da para el volumen total de detritus lavados un peso de *kilogramos 43.758*.

Añadiendo a las series los sondeos diversamente espaciados que hemos mencionado antes, resulta una superficie total reconocida de *metros cuadrados 797.082*.

El volumen total de arenas que se ha reconocido es de *metros cúbicos 2.928.612*. Esta cifra se obtiene sumando a los metros cúbicos reconocidos por las series ordenadas de sondeos (cifra del cuadro metros cúbicos 2.616.612) los que resultan de la zona reconocida por los taladros irregularmente espaciados, que son *metros cúbicos 312.000*.

El volumen total se descompone en las proporciones siguientes:

	Metros cúbicos.
Volumen de detritus estériles o con tan poca ley que se deben considerar como tales....	2.228.500
Volumen de aluvi6n platinifero cuya ley permite explotarlo.....	700.082

TOTAL..... 2.928.612

Sobre este volumen de aluvi6n platinifero debemos hacer la siguiente observaci6n, que es de capital importancia.

Sólo se ha considerado como aluvión platinífero, incluyéndolo en la suma anterior, al que ha dado cantidades ponderables de platino. No se ha tenido en cuenta, ni se ha incluido en la cifra anterior, al que sólo ha dado trazas de platino, esto es, leyes que se pueden estimar aproximadamente en 0,05 y 0,07 gramos de platino por metro cúbico. Pero hay que tener presente que en el curso de una explotación por dragas este último aluvión se lavaría también y aumentaría un tanto a la cifra que expresa la cantidad de platino aprovechable en este río.

La cantidad de platino reconocida en río Verde es de *kilogramos 111.531*, a la cual se aplica la observación que acabamos de hacer. Se debe tener en cuenta también que esta cifra es la que corresponde al platino *directamente pesado*; esto es, al procedente de los taladros seriados. No se incluye en ella, porque no se la puede incluir con exactitud, la cantidad de platino que pueda existir entre los últimos taladros de cada serie y los bordes del depósito de aluvión, bordes que también se aprovecharían en el caso de una explotación por draga.

Teniendo en cuenta las salvedades que anteceden, no nos parece demasiado aventurado suponer que la cantidad total de platino que se puede extraer de río Verde se elevaría a *kilogramos 125*; pero la cifra segura, la que debe servir de base a los cálculos que se hagan sobre el resultado económico de la explotación es la de *kilogramos 111.531*, consignada antes.

Esta cifra supone la previa admisión de una hipótesis, la de que *el platino está uniformemente repartido en la masa del aluvión*, lo cual, a más de ser natural y lógico, es lo que se ha comprobado sucede en las localidades en que se ha explotado este metal, y lo que el resultado, uniforme en cuanto a ley, de los taladros hechos en nuestros ríos, parece indicar sucederá también en los aluviones de la Serranía de Ronda.

En el reconocimiento de río Verde se ha invertido toda la primavera y algunos meses del otoño de 1916. En total, *ciento ochenta y ocho días*.

En este río la zona de depósito es continua. Cuando llegue el

momento de explotarla por draga, ésta no necesitará desmontarse al llegar a una estrechura por la que no pueda pasar, ni habrá ningún otro obstáculo análogo para el arranque continuado de las arenas. La zona rica empieza a poca distancia aguas abajo de la fábrica La Concepción y continúa con manifiesta regularidad hasta el final, el cual está un tanto aguas abajo de la confluencia del río Hoyo del Bote y río Verde.

La densidad de los aluviones de río Verde es la de 1,7, como se dijo antes. La hemos determinado por tres procedimientos, cuyos resultados han concordado: por el de la balanza de Westphal, por el gravímetro de Nicholson, y pesando de semana en semana volúmenes medidos de arena. Dicha densidad se mantiene constante hasta el fin de la zona de depósito. Más allá de él disminuye un tanto, porque disminuye también la proporción de espinelas en los detritus.

Los resultados del reconocimiento del río Guadaiza los expresa el cuadro siguiente:

SERIES	Distancias.	Volumen total de aluvión.	Volumen de aluvión platinífero.	Ley media.	Cantidad de platino.
2 a 1.....	200	230.500	11.220	Trazas.	Trazas.
1 a 0.....	200	300.200	123.500	0,013	1.605
0 a 1.....	245	609.905	318.018	0,032	10.176
1 a 2.....	200	493.900	232.100	0,048	11.140
2 a 3.....	400	966.000	202.000	0,180	36.360
3 a 4.....	400	759.000	53.000	0,150	7.950
4 a 5.....	400	525.000	113.000	0,065	7.395
5 a 5 1/2.....	200	202.000	82.500	0,135	11.137
5 1/2 a 6.....	200	172.000	89.500	0,225	13.387
6 a 7.....	400	289.000	87.200	0,230	20.056
7 a 8.....	400	271.000	73.200	0,140	10.248
8 a 8 1/2.....	200	145.000	36.500	0,055	2.007
8 1/2 a 9.....	200	124.200	27.500	0,075	2.062
9 a 10.....	200	114.500	27.000	0,060	1.620
TOTAL... ..	>	5.172.205	1.446.238	>	135.093

También en este río se han hecho taladros irregularmente espaciados aguas arriba de la serie superior y aguas abajo de la in-

terior para fijar con toda certeza a la cabeza y a la cola de la zona platinífera. Contando a estos taladros y a los hechos con la sonda de mano en los trabajos preliminares del Sr. Orueta, resulta que la longitud total de la zona reconocida en este río es de *3.845 metros*.

Sumando a los sondeos con sondas Kaystone los que acabamos de mencionar resultan *127 taladros*, que arrojan un total de *624 metros perforados*.

El cubo de arenas tratado en el lavadero ha sido de *11.251 litros*, que se descomponen en *10.571 litros* de arenas de aluvión y *680 litros* de detritus procedentes del *bed-rock*.

En este río la mayor parte del lecho está formado de *bizcornil*, cuyos detritus ya hemos dicho se diferencian poco de las arenas suprayacentes. Por esto no se ha podido llevar una cuenta aparte de ellos, como se ha hecho en río Verde, y la cifra 680, consignada antes, sólo es aproximada, cosa que no influye en la cantidad total de platino.

La densidad media del material lavado ha sido de 1,84, cifra que, como se ve, es algo superior a la de río Verde. Esto se explica por la mayor proporción de espinelas que contienen las arenas del Guadaiza, lo cual se pone de manifiesto con toda evidencia en el examen microscópico.

Aplicando esta cifra resulta que el peso del volumen de detritus lavado es de *kilogramos 20.701*.

La superficie total reconocida en este río, añadiendo a la comprendida entre las series la reconocida por los taladros adicionales y los del Sr. Orueta ha sido de *metros cuadrados 927.000*, la cual, como se ve, es bastante mayor que la correspondiente a río Verde. Esto se debe a que, aun siendo menor la longitud de la zona reconocida aquí que la de allí, en cambio la anchura de las planicies de aluvión del Guadaiza es mayor que la de las de río Verde. Por esto, el número de taladros ha sido también mayor, y esto a pesar de que dicho número se ha reducido al mínimo, porque la experiencia adquirida al sondear al primer río la hemos aprovechado en el segundo, espaciando los taladros y las se-

ries cada vez que el examen microscópico de las arenas, su densidad y su ley en platino, comparada con los similares de río Verde, nos decían estábamos en una zona pobre. Por cierto que la manera de distribuirse y de relacionarse entre sí las zonas ricas y las pobres es en esta región de la Serranía de una regularidad sorprendente, la cual, una vez conocida, ha facilitado no poco al emplazamiento de los taladros.

El volumen total de arenas que se ha reconocido es de *metros cúbicos 5.172.205*, que se descomponen del modo siguiente:

	Metros cúbicos.
Volumen de estériles o con tan poca ley de metal que se deben considerar como tales...	3.725.967
Volumen de aluvión platinífero explotable....	1.446.238
TOTAL.....	<u>5.172.205</u>

La observación que hemos hecho sobre estos volúmenes al tratar de río Verde subsiste en todo para el Guadaiza, pues al dividir en dos cifras al volumen total, como acabamos de hacer, hemos seguido exactamente el mismo criterio en un río que en otro.

La cantidad de platino aprovechable en los aluviones del Guadaiza es de *135 kilogramos*, pero también subsiste para ella la observación que hemos hecho para río Verde. Teniéndola en cuenta, no nos parece aventurado suponer que la cantidad de platino explotable se elevará a *142 kilogramos*, por más que la cifra garantizada y la que tomaremos como base para los cálculos de la parte económica de este informe será la de *135 kilogramos*.

La hipótesis de regularidad de distribución admitida para río Verde subsiste también para los aluviones de este río.

El tiempo total empleado en el reconocimiento del Guadaiza ha sido de *ciento veinte días*, tiempo que resulta sensiblemente menor que el empleado en río Verde. Esto se explica porque aquel río fué el primero que se reconoció y en él se hubieron de vencer cuantas dificultades prácticas era de prever se habían de presen-

tar. Allí se dominaron estas dificultades y allí aprendió el personal a trabajar con las sondas y con el lavadero.

Antes de seguir adelante vamos a consignar aquí, por ser lugar adecuado para ello, el adelanto conseguido en el manejo de las sondas por los ingenieros y operarios encargados de ellas.

Ya hemos dicho en la primera parte de este informe que todos los que interveníamos en el reconocimiento ignorábamos el manejo de los aparatos. Nos servían de guía los conocimientos generales adquiridos en nuestra profesión; lo que los libros sobre la materia nos habían enseñado y las indicaciones contenidas en los catálogos de la casa Keystone, constructora de las sondas. Estas últimas fueron las más útiles para nosotros. Las dificultades que se presentaron no fueron extraordinarias, pero aun así, por las razones que acabamos de exponer, costó algún tiempo y algún trabajo dominarlas.

Pues bien, a los tres meses de haber comenzado el reconocimiento, el rendimiento que daban las sondas y el lavadero igualaba a la cifra máxima que para él se consigna en los referidos catálogos, y al terminar los sondeos de río Verde y desde entonces hasta el final del trabajo dicho rendimiento ha sido un 20 por 100 mayor que dicha cifra máxima.

Cierto es que los aluviones de estos ríos no son difíciles de perforar y entubar; pero aun así, el resultado obtenido es digno de consignarse, siquiera sea en justa alabanza de los ingenieros señores Rubio y Moya y de los obreros a sus órdenes.

Veamos ahora lo concerniente al reconocimiento del río Guadalmina, aun cuando sea poco lo que tengamos que añadir a lo ya dicho sobre este río en la primera parte de este informe.

El resultado en él ha sido completamente negativo. Se comenzó su reconocimiento muy cerca de la playa, como se había hecho en el Guadaiza, por los motivos ya explicados. En las dos primeras series se encontraron pequeñas proporciones de platino en algunos taladros, presentándose el metal en pepitas muy rodadas de un tamaño sensiblemente menor que el habitual. Pero en la tercera serie, en las que siguieron a ésta y en otra que se hizo aguas abajo

de las dos primeras, desapareció el platino y sólo muy de tarde en tarde apareció alguna que otra pepita en los taladros.

A pesar de este desfavorable resultado se continuó el reconocimiento, si bien espaciando un tanto las series y los taladros, hasta donde termina la planicie inferior de este río, o sea hasta la entrada Sur de la pequeña estrechura que hay aguas abajo del paraje llamado Las Angosturas. El resultado siguió siendo negativo hasta el final.

Ya hemos dicho que en el reconocimiento preliminar de este río, hecho por el Sr. Orueta, se había encontrado platino en diversos puntos, entre otros, en las bases de las terrazas de aluvión que existen en las vegas de Tramos y Raguada y en los conos de deyección de algunos arroyos de la cuenca superior. La proporción de platino en dichos aluviones fué próximamente la misma que la encontrada en depósitos análogos de río Verde y el Guadaiza, y esto hacía suponer que la proporción de platino en los depósitos inferiores habría de ser también próximamente la misma que en aquellos otros dos ríos; por cuyo motivo no se suspendió el trabajo en el Gudalmina hasta no haber adquirido por completo la certeza de que dicha hipótesis no se realizaba.

Ignoramos las causas de tal anomalía, y sólo a título de opinión aventurada nos atrevemos a suponer que el poco platino que en la cuenca de este río contienen las rocas matrices se ha depositado antes de las planicies inferiores, y que, por ser tan escaso, no ha llegado a éstas casi ninguno. También cabe suponer que los pozos y pequeñas gargantas de Las Angosturas hayan actuado como un *sluice natural*, deteniendo al platino arrastrado por la corriente; pero a esta suposición se opone el hecho de que también en los demás ríos hay gargantas con pozos semejantes a Las Angosturas del Guadalmina, aunque no tan extensas, y, sin embargo, el platino ha podido pasar a través de ellas y llegar a las zonas bajas de los ríos (1).

(1) Tal vez hubiera procedido reconocer el fondo de estos pozos. No lo hemos hecho porque reconocimientos practicados antes en pozos similares nos

Sea cual sea la causa, el hecho positivo es que el río Guadalmina es estéril en cuanto a platino. Su reconocimiento ha servido, sin embargo, para poder hacer las deducciones que se han explicado al principio de este informe, las cuales han servido, a su vez, para trazar el plan de reconocimiento ulterior.

La longitud de la superficie reconocida en el Guadalmina ha sido de *metros 2.867*.

El número de taladros practicados ha sido de *123*, repartidos en *once series*, variando el número de taladros en cada una de ellas entre *siete y veinte*.

Estos *123* taladros, sumados, dan un total de metros perforados de *716*.

El cubo de arenas tratado en el lavadero, incluso los detritus procedentes del *bed-rock*, ha sido de *litros 13.420*.

La densidad media de los detritus es de *1,67*, inferior, como se ve, a la de los ríos Verde y Guadaiza, debido a la menor proporción de espinelas que contienen las arenas del Guadalmina; hecho que también concurre a explicar la casi total ausencia de platino en ellas.

El peso de las arenas lavadas ha sido de *kilogramos 22.411*.

La superficie total reconocida alcanza la cifra de *metros cuadrados 646.000*.

El tiempo empleado en el reconocimiento del Guadalmina ha sido de *ciento doce días*, debiendo advertir que durante el curso de los trabajos hubo que suspender éstos varias veces a causa

habían demostrado que en el fondo de ellos no se han depositado aluviones finos, debido a que la fuerza de la corriente y de la caída del agua en forma de cascada sobre esos pozos, los arrastra hasta tal punto que el fondo del pozo resulta limpio de arenas y cubierto de guijarros rodados de cuatro a seis centímetros de diámetro. Este fenómeno es constante y se le puede estudiar bien, comprobando lo que acabamos decir, en el curso superior del Guadaiza, en el medio de río Verde, aguas arriba de Istán, y, mejor aún, en el arroyo de la Alija y en el de Lagunetas, que son afluentes del Guadalmina y están aguas arriba de la vega de Tramoses. Una vez que se ha visto la fuerza del agua en estos pozos se explica la ausencia de aluviones finos en su fondo. Por esto no emprendimos la exploración de los de Las Angosturas, que hubiera costado cara y cuyo resultado se podía predecir había de ser negativo.

de que las lluvias reblandecían de tal modo las tierras contiguas al lecho del río, que resultaba imposible colocar las sondas sobre ellas. Por esto, los ciento doce días consignados son los que en realidad se han aprovechado para sondear.

Respecto a los demás ríos de la región ya hemos dicho cuanto opinamos sobre ellos y es inútil repetirlo aquí. Debemos ceñirnos, pues, a los resultados positivos obtenidos en río Verde y en el Guadaiza. Veamos el aspecto económico de la explotación del platino contenido en estos ríos.

Aspecto económico de la explotación del platino.

Si se comparan los resultados del Guadaiza con los de río Verde y se tiene en cuenta lo que han enseñado los trabajos hechos en uno y otro río sobre la naturaleza de los aluviones y demás circunstancias relacionadas con el beneficio de éstos, resulta:

1.º Los aluviones son de la misma naturaleza en ambos ríos y su composición también la misma, salvo la pequeña diferencia en la proporción de espinelas que ya hemos indicado antes. En uno y otro los aluviones están formados por arenas sueltas, muy movedizas, con granos de tres a cuatro milímetros para abajo, sin cantos gruesos y sin arcilla que los aglomere y produzca barro. Por esto último, la criba cortante (*grizly*), que se emplea en la mayoría de los lavaderos de oro y de platino para deshacer las pelotas de barro, ha sido innecesaria aquí y no la hemos empleado jamás. Esta es una propiedad excepcionalmente favorable para el tratamiento de estos aluviones.

2.º La profundidad de la capa platinífera no es grande. Está situada entre ocho y quince metros de profundidad, y dentro de cada río y de cada zona de depósito va variando con notable uniformidad. El espesor de esta capa ya hemos visto oscila entre dos y cuatro metros, pasando rarísima vez de esta última cifra.

3.º El platino está concentrado en el Guadaiza, en una super-

ficie algo menor que en río Verde, y a una profundidad también menor. Estas circunstancias colocan al Guadaiza en condiciones algo más favorables que río Verde para la explotación por draga.

4.º La *ley media* del Guadaiza es también algo mayor que la de río Verde. Se llama ley media a la relación entre el volumen total de arenas que hay que extraer para la explotación (1) y la cantidad de platino contenida en él. Esta ley media es para río Verde de 24 miligramos por metro cúbico, y para el Guadaiza de 26 miligramos.

El primer punto a fijar es el método de explotación que se debe seguir en estos ríos. En este caso la elección no es dudosa. El procedimiento de las dragas flotantes es el preferible a todos, y hasta nos atreveríamos a decir que es el único que cabe emplear en estos ríos y con aluviones de esta naturaleza. Pero antes de exponer las razones en que fundamos este aserto, conviene decir, aunque sea introduciendo un paréntesis en la exposición, lo que es una draga flotante moderna y la manera como funciona. Se trata de un aparato poco conocido en España y cuya estructura y manera de trabajar se han modificado en época reciente.

Las dragas flotantes son, en su conjunto, una estructura de madera y hierro cuya forma exterior es la de una casa y cuyas dimensiones oscilan entre 10 y 15 metros de longitud por seis a ocho de anchura. Toda la estructura, con los aparatos que contiene, va montada sobre flotadores longitudinales ocultos por el agua del río, sobre cuyo nivel se eleva unos 25 centímetros el piso inferior de la draga. Dentro de ésta se alojan los elementos siguientes:

1.º La *cadena extractora*. Es de cangilones y está mantenida por dos cables de acero unidos a dos pescantes que permiten in-

(1) Este término *ley media* sólo es aplicable a los métodos de explotación en los que se extrae la totalidad de arenas del depósito, tanto las estériles como las platiníferas. Como el método de las dragas está en este caso, y como es el que procede emplear en estos ríos, como a continuación vamos a ver, hemos consignado la ley media de uno y otro que nos va a servir de guía para los cálculos.

clinar más o menos la cadena y extraer aluviones a distintas profundidades. En las dragas modernas, la profundidad de extracción llega hasta 25 metros; pero lo habitual es que sólo alcance hasta 18 ó 20 metros. En nuestro caso bastarían 15 metros de profundidad máxima.

La potencia de una draga se caracteriza por la capacidad de sus cangilones, la cual oscila entre dos y medio y 15 pies cúbicos cada cangilón. Como la velocidad de la cadena es la misma siempre, el cubo que una draga extrae en un tiempo dado es proporcional y depende únicamente de la capacidad de los cangilones. El borde anterior de éstos está provisto de una cuchilla fuerte de acero templado para facilitar el arranque de las arenas y proteger al cangilón.

2.º Los *aparatos clasificadores y lavadores*. La cadena extractora eleva las arenas que extrae hasta la parte superior de la draga y allí las vierte automáticamente en los aparatos de clasificación y lavado. Los primeros constan de un tromel o de un tromel y dos cribas oscilantes si se trata de separar muchas clases. En el caso nuestro bastaría con un tromel que separase las mismas clases que separan nuestros actuales aparatos de ensayo, cuyo manejo ha demostrado que basta con dos clases para un lavado completo. Ya hemos visto al describirlos cuál es el tamaño de cada una de estas clases.

El aparato lavador consta de varios *sluices* en cascada (en nuestro caso habría dos *sluices*) y una batería de bateas mecánicas automáticas modelo *Francois* (1) que afinasen a los concentrados de los *sluices* y separasen definitivamente al platino. En los lavaderos de oro, la instalación se completa con placas de cobre amalgamado que recogen las partículas pequeñísimas de este metal. En

(1) No entramos en la descripción de los aparatos que mencionamos, porque son de sobra conocidos, y su forma y manera de funcionar la explican los tratados modernos de preparación mecánica.

Recomendamos entre estos últimos el muy moderno y excelente que hace tres años publicó el profesor de la Escuela de Minas Excmo. Sr. D. Eduardo Gullón.

los lavaderos de platino, estas placas se substituyen por mantas de lana que realizan la misma función que las placas, aun cuando estén basadas en principios distintos. Lo recogido por las mantas pasa también a las bateas *Francois* para su tratamiento final (1).

3.º *La cadena evacuadora.* Es también de cangilones y está destinada a recoger los detritus estériles procedentes del lavadero y a verterlos al exterior, detrás de la draga, y a conveniente distancia de ella. Esta cadena es de construcción y capacidad iguales a la lavadora, aun cuando menos fuerte que ésta. Los estériles que salen del lavadero se vierten automáticamente en un depósito, del cual los recoge la cadena evacuadora.

4.º *Las máquinas de vapor o eléctricas destinadas a mover la instalación.* Van montadas en el interior de la estructura y sobre el piso inferior de ésta. Un laboratorio de ensayos y un almacén pequeño completan la instalación.

La draga es flotante, como ya hemos dicho. Sus flotadores están calculados de modo que soporten al peso de los aparatos manteniendo sobre el nivel del agua al piso de la draga cuando ésta está cargada de arenas. La instalación de la draga se hace de una vez para todas en un estanque que se practica en el río y en el extremo inferior, o sea en la cola de la zona de aluvión. La draga se ancla fuertemente a ambas orillas del río, y los cuatro cables que parten de las anclas van a parar a otros tantos cabrestantes situados uno en cada esquina de la draga, merced a lo cual ésta se puede mover lateralmente en sentido perpendicular al lecho del río, y además girar sobre su centro cierto ángulo.

La cadena extractora va desmontando las arenas que hay delante de la draga, o sea aguas arriba de ella, y la evacuadora

(1) En nuestra artesa (*sluice*) de ensayo hemos empleado también una de estas mantas; pero sólo por rarísima excepción hemos encontrado en ella alguna que otra partícula de platino. Depende esto de que el metal no existe en ese estado en los aluviones de la Serranía y sí en el de partículas que, por lo menos, miden de una a tres centésimas de milímetro, las cuales son recogidas por las barras de la artesa y no llegan a la manta. Esta propiedad es también favorable al lavado de estos aluviones.

vá relleno de la draga un hueco igual al que la primera practica, resultando así que la capacidad del estanque sigue siendo siempre la misma.

Merced a las diferentes posiciones que, girando sobre su centro, puede tomar la draga por la acción de los cabrestantes, la cadena extractora ensancha lateralmente al estanque y la draga se transporta de una orilla a la otra del río, practicando en éste unas a modo de trincheras y arrancando sucesivamente todo el aluvión del frente.

El trabajo puede continuar en esta forma mientras haya en el río agua suficiente para mantener la draga a flote dentro del estanque. Una serie de experimentos y medidas que hemos hecho nos permite asegurar que se podrá trabajar en tales condiciones durante ocho meses del año, tanto en un río como en el otro, y que tan sólo durante cuatro meses de estiaje faltará agua para que la draga flote (1).

En esto de los períodos de trabajo está la Serranía de Ronda en condiciones radicalmente opuestas a las de Los Urales, cosa que merece consignarse, por ser aquella región la que más platino ha producido hasta ahora. Allí las dos dragas que hay instaladas (2) sólo pueden trabajar tres meses y medio, o, a lo sumo, cuatro, debido a que el resto del año el agua se hiela, y los aluviones se endurecen de tal modo, que los cangilones no los pueden arrancar.

El procedimiento de las dragas es el más económico que se conoce para el beneficio de aluviones, y se comprende bien que así sea porque con él se suprimen los dos factores que más enca-

(1) En rigor, guardando ciertas precauciones, este período de parada se podría reducir a tres meses; pero esta región de la Serranía, próxima a la costa, está infestada por el paludismo durante los meses de verano, y esto, unido al excesivo calor que habría en el local cerrado de la draga, aconseja también la suspensión del trabajo durante el verano, cosa que también hemos hecho nosotros por idénticos motivos en los tres años que ha durado el reconocimiento.

(2) Una de ellas procede de la casa americana Marion, y la otra fué construída poco antes de la guerra en los talleres nacionales de Putiloff (Rusia).

recen a las explotaciones subterráneas, la entivación y el desagüe. Además la mano de obra queda reducida a un mínimo por hacerse todas las operaciones mecánicamente. Basta decir que el manejo de una draga para tratar 800 toneladas diarias de arenas exige tan sólo un equipo de 12 hombres.

Pero para que este procedimiento sea aplicable, los aluviones deben reunir determinadas condiciones que no todos reúnen. Una es la de no contener cantos rodados grandes en su masa, porque contra ellos se estropean los cangilones de la cadena extractora, y cuando los cantos son excesivamente voluminosos, la cadena no los puede arrancar de la masa de arenas en que están empotrados y se originan esfuerzos extraordinarios, seguidos casi siempre de accidentes graves, en la cadena o en la maquinaria. Otra condición que deben tener los aluviones es la de no contener mucha arcilla, porque ésta da excesiva consistencia a las arenas y dificulta su arranque, siendo además un inconveniente serio para el lavado, como ya expusimos al tratar de éste. Por último, es condición muy conveniente, aunque no indispensable, que los aluviones que se arrancan estén sumergidos en agua y que la draga sea flotante, porque si bien se construyen hoy día dragas que trabajan en seco, la experiencia ha demostrado que su rendimiento es muy inferior al de las flotantes, que arrancan arenas constantemente bañadas por agua, y con menos consistencia, por consiguiente, que las que están en seco.

Ahora bien, la descripción minuciosa que hemos hecho antes de los aluviones de estos ríos demuestra que en ellos concurren las tres condiciones que acabamos de enumerar, y que concurren en alto grado, pudiendo afirmarse, por tanto, que la naturaleza de estos aluviones es inmejorable para su explotación con dragas flotantes. Es más, hasta se podría vaticinar que este procedimiento es el único aplicable a ellos, porque una explotación subterránea exigiría una entibación carísima, tratándose, como se trata, de arenas sueltas muy movedizas, y exigiría también un desagüe artificial enormemente costoso, porque la pendiente de las zonas de aluvión y su altura sobre el nivel del mar no permiten el desagüe natural.

Hay también en las planicies de depósito otra condición que también es favorable: la de ser continuas, tanto en el Guadaiza como en río Verde, y no estar separadas por gargantas estrechas. Esto es importante, porque cuando hay estrechuras a través de las cuales no puede pasar la draga, hay que desmontarla y volverla a montar otra vez aguas arriba de la estructura, operación que cuesta cara y exige bastante tiempo. En nuestro caso bastaría con montar la draga dos veces, una en río Verde y otra en el Guadaiza, para explotar la totalidad de aluviones aprovechables.

Adoptado el procedimiento de las dragas, entra inmediatamente en consideración la capacidad de arranque que debe tener ésta. Las casas constructoras de dragas preconizan hoy día varios tamaños que, como antes hemos dicho, se miden por la capacidad de los cangilones de la cadena extractora, siendo en todo lo demás iguales.

El tipo recomendable para nuestros aluviones es el de 7,5 pies cúbicos (1), porque la extracción resulta con él más económica que con los demás, dada la naturaleza y la profundidad de aquéllos. La capacidad de extracción de la draga de 7,5 pies cúbicos es de 1.080.000 metros cúbicos al año, pues si bien sus constructores (Bucyrus C°) garantizan la cifra de 1.620.000 metros, hay que tener presente que el período de trabajo en los ríos de la Serranía sólo durará ocho meses. Esta cifra no representa tampoco el máximo que correspondería a un trabajo intensivo y sin interrupción, sino que tiene en cuenta los días festivos y las paradas inevitables para reparaciones. Por esto no hemos vacilado en aceptarla.

En enero de 1914 el precio de esta draga de 7,5 pies cúbicos, construída por la casa Bucyrus Company de South Milwaukee, de los Estados Unidos, era de 800.000 pesetas, comprendiendo en

(1) Esta opinión nuestra la hemos robustecido con las que nos han dado los constructores de dragas Marion y Bucyrus, y también fijándonos en las dos dragas que trabajan en Rusia, y que son ambas de este mismo tamaño.

esta cifra los gastos de transporte y de instalación aquí (1). Pronto veremos la variación de precio experimentada en este material.

El segundo punto a tener en cuenta en el estudio económico de la explotación es el precio de coste del tratamiento de los aluviones por esta draga. Como no existe hoy día ninguna de ellas en España que nos permita estudiar sobre el terreno una explotación de esta clase y deducir de este estudio el precio de coste, hemos tenido que acudir a instalaciones extranjeras, especialmente a las que funcionan en los Estados Unidos, para el beneficio del oro, y en Rusia para el del platino. Hemos podido reunir datos de 32 de estas instalaciones. También hemos acudido a los libros que tratan de esta materia, y, por último, hemos tenido muy en cuenta las circunstancias, ventajosas unas y desventajosas otras, de los aluviones de río Verde y Guadaiza y del país en que radican.

Las primeras, las ventajosas, las hemos enumerado ya, y no hay por qué repetir las. Las segundas, las desventajosas, son:

1.^a La carestía del combustible, sea carbón, sea leña. Esta localidad está lejos de los centros productores de carbón, no hay ferrocarril a ella todavía (2), y el transporte desde los dos puertos más próximos, que son Málaga y Algeciras, distantes próximamente 70 kilómetros de estos ríos, hay que hacerlo por carro, debiendo advertir además que sólo el de Málaga es ahora aprovechable, porque la carretera hasta Cádiz no está terminada y no llega más que hasta el Guadiaró. Ciertamente es que se pueden descargar barcos en la playa misma, que se extiende ante la desembocadura de estos ríos, y así lo hace algunas veces la colonia de San Pedro Alcántara, inmediata al Guadaiza, para abastecerse de carbón; pero como no hay puerto en dicha playa, hay que esperar a

(1) Los derechos de Aduana no se han tenido en cuenta, por tratarse de una explotación que se ha supuesto la haría el Estado.

(2) La línea, con vía de un metro, entre Málaga y Cádiz, está ahora en construcción, y los trenes circulan ya hasta Fuengirola, que está a la mitad de distancia entre Málaga y río Verde. Pero al declararse la guerra, las obras se suspendieron, y no se han reanudado todavía. Por esto, al establecer nuestros cálculos, lo hemos hecho sin contar con el posible transporte por ferrocarril.

los días de mar muy tranquilo y transbordar el carbón del barco a gabarras o barcazas, descargándolo a hombros y con espuestas en la playa, operaciones cuyo conjunto resulta muy caro, hasta tal punto, que en épocas normales costaba el carbón descargado por estos procedimientos y puesto en los almacenes de la colonia a razón de 75 a 80 pesetas la tonelada. Este precio resultaba, sin embargo, algo más reducido que si el carbón se descargaba en Málaga y se transportaba por carros hasta su destino. Así, pues, en épocas normales no se debe calcular menos de 80 pesetas por la tonelada de carbón en la draga (1).

Hay gran abundancia de leña de pino y de monte bajo en las cuencas de los ríos Verde y Guadaiza; pero no existe en ellas ni un solo camino vecinal que permita transportarla con relativa economía. Hay que hacerlo a lomo y por veredas malísimas, lo cual eleva el precio de la leña a 1,25 pesetas el quintal, o sea a cosa de 25 pesetas la tonelada, cuyo precio, tratándose de esta leña de tan pocas calorías, resulta sumamente elevado. Y nótese que este precio era antes de la guerra. No se puede asegurar que al normalizarse las circunstancias vuelva a ser el que era entonces.

El carbón vegetal obtenido con las leñas que acabamos de mencionar se emplea en la localidad para usos domésticos, y comprado en cantidades grandes se le puede obtener a un precio que oscila entre 130 y 135 pesetas la tonelada. Pero también este precio es elevadísimo, si se tienen en cuenta las condiciones de este combustible.

Por último, la energía eléctrica procedente de varios saltos de agua cuyos proyectos y concesiones están terminados (2) se po-

(1) Nuestro reconocimiento lo hemos efectuado durante los años de guerra, y en vista de que el precio de la hulla superaba a 200 pesetas por tonelada al pie de las sondas, optamos por calentar a las calderas de éstas con leña y carbón vegetal mezclados, consiguiendo con estos combustibles una reducción de coste de cosa de un 50 por 100, fenómeno económico que es realmente extraordinario.

(2) Estos saltos son propiedad de D. Jaime Parladé y Heredia, vecino de Málaga. Uno de ellos, situado en el mismo río Verde, es de una fuerza de 2.000 caballos, y sería fácil explotarlo por sus condiciones topográficas. El salto se alimenta de un manantial, y el volumen de agua en él es muy constante.

drían utilizar en la draga construyendo ésta exprofeso para ello cosa que hacen los constructores sin gran sobreprecio. Pero para poder aplicar económicamente la energía eléctrica sería preciso combinar el consumo de la draga, que es de unos 200 caballos, con el de la fábrica de ferros, de que hablaremos después. Esta solución de la energía eléctrica sería la más económica de todas; pero nos ha parecido más prudente basar nuestros cálculos en la obtenida con vapor producido por los combustibles dichos, cuyo precio acabamos de consignar.

2.^a El elevado precio de la mano de obra. Hay que tener en cuenta que el personal que maneje la draga ha de estar compuesto en su mayor parte por especialistas, y como en la región no los hay, habría que hacerlos venir, unos de América y otros de regiones de España más o menos lejanas de la Serranía. Esto, aun cuando sean pocos los operarios que se necesiten, influye en el precio de coste, y es un dato que se debe tener muy en cuenta cuando se compara al precio de coste aquí con el del extranjero.

3.^a La falta de medios auxiliares, como talleres, establecimientos para adquirir lo que a cada paso necesita una maquinaria complicada, como la de la draga, etc.

Tales son los datos económicos que hemos tenido en cuenta al establecer el precio de coste. Hemos determinado también el trabajo a realizar por la draga en cada río. Este trabajo consta de dos partes: la primera es el arranque y evacuación de la capa de aluvión estéril que hay sobre la platinífera, y cuyo espesor oscila entre cuatro y siete metros. Estos aluviones no pasan por el lavadero; la cadena extractora los vierte directamente al depósito de estériles, de donde los recoge la cadena de evacuación. La segunda parte del trabajo es el arranque, lavado y evacuación de la capa de aluvión platinífero y de la parte superior del *bed-rock*, que contiene platino explotable. Estos aluviones los vierte la cadena extractora en el tromel de clasificación, y se tratan como hemos explicado antes.

Cómo conocemos con exactitud el espesor de la capa estéril, la platinífera y el *bed-rock* explotable de cada punto de las zonas

que se van a beneficiar (1), hemos podido establecer comparaciones exactas entre el caso nuestro y las explotaciones extranjeras que nos han servido de guía. Ya hemos dicho que hemos podido obtener datos fidedignos de 32 de ellas, entre las cuales hay siete de aluviones auríferos y una de aluviones platiníferos con los mismos espesores respectivos de capa estéril y capa platinífera que en nuestros ríos. Los precios de coste de estas ocho explotaciones son los que preferentemente nos han servido de base para obtener el nuestro. Hemos tenido también muy en cuenta la comparación entre las condiciones económicas de aquellas localidades y las de la Serranía (2), y por todo esto creemos habernos acercado a la realidad cuanto es posible acercarse en un caso como este en el que falta la experiencia directa.

Los precios de coste de las ocho localidades dichas, reducidos a pesetas (cambio a la par) oscilan entre 17 y 25 céntimos de peseta por metro cúbico. Esta cifra es el precio de coste de los metros cúbicos totales una vez hecha la suma de los estériles y los ricos y tomando el término medio de ella. Teniendo en cuenta todo lo expuesto antes sobre las condiciones del trabajo en nuestra región, hemos fijado nuestro *precio de coste probable* en veintidós céntimos de peseta por metro cúbico (pesetas 0,22), cuya cifra nos va a servir de base para cuanto va a seguir (3). Este pre-

(1) De estos espesores se han deducido las cifras, expresando metros cúbicos, que figuran en los cuadros de antes. La ley de variación de espesor de los tres elementos que intervienen en el cálculo está representada con toda exactitud en las curvas que acompañan a los planos, los cuales, en el caso de explotarse estos ríos, servirían para determinar las alturas que se deben dar en cada punto a las cadenas y a sus montantes.

(2) No detallamos los cálculos y los razonamientos aplicados, porque sería tarea interminable y este informe se alargaría inútilmente, puesto que lo que interesa es el resultado final del cálculo y no el proceso seguido para obtenerlo. A pesar de esto, hemos bosquejado y seguiremos bosquejando las líneas generales de este proceso, por creer que esto es más convincente que las afirmaciones radicales.

(3) Como se ve, esta cifra se aproxima bastante a la máxima de los precios de coste de los lavaderos de oro de América y de una de las dragas instaladas en los Urales, la cual trata de aluviones muy semejantes a los nuestros, tanto

cio comprende a todas las operaciones de extracción, lavado, evacuación y gastos generales.

Fijado, como queda dicho, el precio de coste, se debe tener en cuenta a renglón seguido el plazo de amortización que se debe asignar a la draga. Pesando el pro y el contra, hemos fijado el plazo en cuestión en diez años. Ciertamente es que la explotación de los dos ríos se haría en menos tiempo, pero si nos atuviésemos a este tiempo para amortizar la draga, a más de resultar muy recargado el precio de coste total, nos encontraríamos al final de la explotación con una draga en muy buenas condiciones todavía, que se podría aplicar a trabajos similares de aluviones auríferos que existen en algunos ríos de España. Aun no contando con esto, la draga contendría maquinaria y accesorios fácilmente aprovechables y que tendrían, por tanto, un valor real. Seguiremos, pues, el criterio generalmente admitido en la industria para plazos de amortización y tomaremos el de diez años, que, dado el precio de la draga, arroja una cifra de 80.000 pesetas anuales a añadir a precio de coste determinado antes.

Veamos ahora el cubo de aluviones que hay que tratar. Este cubo se obtiene sumando a los 2.928.612 metros cúbicos de aluviones que hay que arrancar en río Verde, con los 5.172.205 que corresponden al Guadaiza. Resulta así un total de 8.100.817 metros cúbicos.

Hemos visto que la capacidad de la draga elegida es de metros cúbicos anuales 1.080.000; luego dividiendo por esta cifra los metros cúbicos que hay que extraer, resultará el tiempo necesario para esta extracción. Este tiempo es de siete años y medio.

El gasto total a hacer para obtener los 246,531 kilogramos de platino existente en los dos ríos es:

en leyes como en espesores relativos de ricos y estériles. Hemos tomado esta cifra, aun a trueque de pecar de pesimistas, por tratarse de un problema prácticamente desconocido en nuestro país, en el que puede haber no pocos factores imprevistos.

	Pesetas.
Tratamiento de 8.100.817 metros cúbicos de aluvión, al precio de 0,22 pesetas por metro cúbico.....	1.782.179
Amortización de la draga a razón de 80.000 pesetas anuales durante siete y medio años.	600.000
TOTAL.....	<u>2.382.179</u>

Tal es el gasto. El producto sería el valor en venta de los kilogramos 246,531 de platino con que se puede contar seguramente en los dos ríos. El precio del platino en bruto antes de la guerra oscilaba alrededor de cinco pesetas el gramo (1). Tomando al precio de cinco pesetas, resulta un valor de *pesetas 1.232.655* para el platino contenido en ambos ríos, y el resultado económico de su explotación se establece como sigue:

	Pesetas.
Gastos.....	2.382.179
Producto.....	<u>1.232.655</u>
PÉRDIDA ...	<u>1.149.524</u>

Hubiera resultado, pues, una pérdida de más de un millón de pesetas si el platino reconocido en la Serranía se hubiera explotado antes de la guerra. Veamos ahora las variaciones de precios ocurridas durante ella (2), y cuál será el porvenir probable de nuestros yacimientos.

(1) Pudiera llamar la atención este precio, si se tiene en cuenta que algunas veces, durante los dos o tres años anteriores a la guerra europea, se podían adquirir objetos de platino puro, tales como crisoles, cápsulas, etc., a poco más de cuatro pesetas el gramo. Esta aparente anomalía se explica quizás por el elevado precio que alcanzan dos de los metales que acompañan al platino en bruto, que son el iridio y el paladio; lo cual trae como consecuencia que en ocasiones, cuando hay demanda de estos metales, se coticen más caras las pepitas de platino en bruto que el metal puro en objetos de elaboración muy fácil, como son los indicados antes. Este hecho lo hemos visto comprobado registrando tarifas de precios de metales que tenían fecha anterior al año 1914.

(2) Diremos de una vez para todas, que, tanto los datos referentes a platino como los que atañen al cromo y al níquel, los hemos obtenido manteniendo

Antes de comenzar la guerra, el principal centro productor de platino era la región NE. de los montes Urales. De allí salía el 90 o el 95 por 100 de la producción mundial. El resto lo suministraban Colombia, Brasil y el distrito de Oreville en los Estados Unidos. Estos dos últimos yacimientos son muy pobres y están minuciosamente reconocidos, por lo cual cabe esperar poco de ellos en el porvenir.

A poco de comenzar la guerra, la producción de platino de Rusia empezó a disminuir rápidamente, y, en cambio, el consumo de dicho metal aumentó en proporciones sensibles, porque para la fabricación de los explosivos modernos hace falta ácido sulfúrico concentrado, que exige alambiques de platino para su última destilación.

En vista de la escasez del metal, se trató de intensificar la explotación en Colombia, pero se tropezó para ello con dificultades grandes, siendo la mayor la extraordinaria insalubridad de la región en que radican los yacimientos de platino. Sin embargo desde 1915 a la fecha tenemos noticia de que la producción de Colombia ha aumentado en cerca de un 50 por 100 sobre lo que era antes de la guerra.

Pero esto no bastaba para el consumo, y hubo que requisar objetos de platino y apelar a otros medios; uno de los cuales fué el aprovechamiento, difícil y muy caro, de la pequeña cantidad de

una correspondencia no interrumpida con amigos nuestros de Inglaterra, Francia y Estados Unidos de América, y leyendo lo que sobre dichos metales se ha publicado en aquellos países desde 1913 a la fecha. Como los Estados Unidos han sido la nación que ha ido a la cabeza de la metalurgia durante dicho período, natural era que de allí hayan venido los datos de más valor para nosotros. Las personas que mayor número de ellos nos han suministrado han sido los señores Brandley Staughton y M. Garvey, secretario el primero de la Asociación de Ingenieros de Minas de los Estados Unidos de América, y vocal el segundo de la Corporación del Hierro y el Acero de dicho país. Nuestro particular amigo D. Juan Riaño, Embajador de España en Washington, nos ha ido enviando cuanto se ha publicado en los Estados Unidos en las revistas oficiales sobre platino, níquel, cromo y sus aleaciones. Entre otras, ha sido de especial interés para nosotros el *Boletín* que mensualmente publica el Ministerio de Comercio de Washington.

platino que contienen las piritas del Canadá. Consecuencia de la escasez fué una enorme elevación en el precio del platino, la cual todavía se mantiene hoy día, a pesar de la terminación de la guerra. Respecto a esta elevación de precio podemos decir que en el otoño de 1916 vino a visitarnos a la Serranía un agente oficial del Gobierno inglés, con la exclusiva misión de ver si podía adquirir platino español. Dicho agente acababa de regresar de Rusia, adonde había podido comprar a duras penas 120 kilogramos de platino en bruto, que había pagado a 18 francos el gramo, según él mismo manifestó; ofreciendo pagar al mismo precio el que de la Serranía se le pudiera suministrar. Esta oferta la hizo después de haber examinado el platino que en aquel entonces se había reunido y que procedía de las sondas, y después de haber visto también los resultados de los análisis de dicho metal.

Dos meses después recibimos otra oferta de la misma procedencia elevando el precio de 22 francos el gramo. Mientras tanto nos habíamos cerciorado de que en los Estados Unidos se pagaba corrientemente el platino en bruto a 23 y 25 francos el gramo.

Como ya en aquel entonces se había terminado el reconocimiento de río Verde, y el del Guadaiza permitía predecir en parte los resultados que después se obtuvieron, concebimos la idea de aprovechar esta enorme alza del platino, comenzando su explotación, si era posible, antes que terminase el reconocimiento. Queríamos hacer rápidamente un estudio económico para poderse someter al Estado. Al efecto, empezamos una activa correspondencia con las casas constructoras de dragas, y de ella resultó que la draga de 7,5 pies cúbicos, cuyo precio antes de la guerra era de 800.000 pesetas al pie de obra, pedían por ella entonces (1) 2.750.000 pesetas en fábrica, lo que hubiera elevado su precio total, con flete, instalación en obra y otros gastos, a cerca de tres millones de pesetas. Y además de esto pedían un plazo para la

(1) Este precio es el más económico que hemos recibido. La casa que lo hizo es la Bucyrus Co, ya citada antes, y la fecha de la oferta es 23 de agosto de 1917.

entrega en fábrica y sin compromiso para ellos de quince meses, a contar desde la terminación del estudio definitivo, en el cual, a juzgar por los datos que pedía la casa, se habían de invertir, por lo menos, seis meses. Resultaba, pues, de este precio y de este plazo que los gastos volvían a superar a los productos, aun cuando éstos, tomando para el platino nada más que el precio de 20 francos, elevaban el valor de los 246,531 kilogramos de platino a 4.930.621 pesetas. Además, no se podía contar con la draga hasta pasados dos años, como mínimo. Esto nos hizo desistir de nuestro proyecto.

Consideremos ahora las posibles contingencias del porvenir.

Una vez firmada la paz comenzará el período de reconstrucción en las naciones devastadas por la guerra, y durante él es de suponer que la industria americana seguirá trabajando de preferencia para dichas naciones; y como lo que hay que reconstruir es mucho, los elevados precios del hierro y el acero no es probable bajen durante dicho período. Estos precios son los que más influyen en el de la draga, por ser de hierro y acero la mayor parte de su estructura y de su maquinaria, y por esto se debe suponer también que durante algún tiempo no cabe esperar poder adquirir una draga en condiciones de precio comparables con las de antes de la guerra, ni conseguir tampoco para su transporte a España un flete económico.

Pero no es aventurado pensar que al cabo de un plazo más o menos largo la industria americana se habrá normalizado y se podrá obtener una draga de Bucyrus o de Marion en condiciones aceptables. Tal vez conviniese estudiar también una combinación que permitiese construir en España los flotadores de la draga y la superestructura del edificio, importando de América tan sólo la maquinaria y demás piezas especiales. Esta combinación, a la que quizás se prestaría alguna de las dos casas constructoras, disminuiría sensiblemente el precio de la instalación, por la economía que se obtendría en los transportes.

Respecto al platino, parece lógico suponer que su consumo debe haber disminuído a la terminación de la guerra, porque con

ella debe haber terminado la fabricación intensiva de explosivos. Pero las demás aplicaciones del platino subsisten lo mismo que antes, y es un dato digno de tenerse en cuenta que, a pesar de los muchos trabajos hechos durante la guerra para encontrar un sustitutivo de dicho metal, no se haya encontrado ninguno y siga siendo el platino el único metal que por su inoxidabilidad, alta temperatura de fusión y otras propiedades se puede emplear en determinadas industrias.

Por otra parte, faltan datos del principal centro productor de platino; del distrito NE. de Los Urales, y aunque hemos examinado con especial atención las tarifas oficiales de metales, no hemos encontrado en ella al precio del platino de Rusia a partir del año 1915. En la actualidad se obtiene platino de Colombia, Brasil, Oreville y Canadá, como ya hemos dicho, y es un hecho cierto que este metal se sigue cotizando a precios que oscilan alrededor de 20 francos el gramo. Y como no cabe esperar que la producción mundial de platino aumente mucho, como sus antiguas aplicaciones no han disminuído, y como el distrito de Los Urales está en vías de agotarse, y además, hoy por hoy, no suministra platino, creemos que el elevado precio de este metal se ha de mantener durante bastante tiempo, y que puede llegar una época en la que, pudiéndose adquirir una draga en buenas condiciones económicas, la explotación del platino de la Serranía se ha de poder realizar con utilidad. Conviene, pues, a juicio nuestro, esperar a ese día y que el Estado español se coloque desde ahora en condiciones de poder aprovechar dichas circunstancias si nuestra hipótesis se realizase.

Por fortuna, esto es fácil en la Serranía, dada la localización de los aluviones en los ríos citados y dadas también las demás condiciones de los yacimientos; y si para poder explotar al platino en su día se reservase el Estado las tres zonas cuyos límites vamos a dar, no originaría con ello perjuicio alguno a tercero ni se los originaría tampoco a ninguna industria, y esto por las razones siguientes:

- 1.ª Porque en las tres citadas zonas no ha existido nunca nin-

guna mina, porque se ignoraba la existencia del platino en la Serranía y porque en dichas zonas no hay otro metal ni otro producto mineral que sea aprovechable.

2.^a Porque aun en el caso poco probable de quererse utilizar para construcciones u otros usos similares a las arenas de aquellos ríos, como la capa platinífera no comienza hasta los cuatro o seis metros de profundidad, la extracción de arenas superficiales no perjudicaría a la explotación ulterior.

3.^a Porque tampoco la perjudican las labores agrícolas que se hacen o se puedan hacer en lo futuro en las márgenes del río, y esto por la misma razón que acabamos de exponer.

Caso de aceptarse nuestro criterio se deberían reservar tres zonas en la región reconocida. Estas zonas son: la de río Verde y Guadaiza, que se han sondeado, y una en la parte inferior del río Guadiaro, en previsión de que en ella existiese platino, resolviéndose en el porvenir en sentido afirmativo las dudas que antes hemos expuesto sobre el particular. Los límites de dichas tres zonas deberían ser los siguientes:

Río Verde. A partir de la desembocadura de este río en el mar Mediterráneo, se trazará una línea sinuosa siguiendo el lecho del río, o sea por el centro de la corriente del agua. En los puntos en que el río se divida en dos o más brazos se trazará la línea por el centro del más caudaloso de ellos. Esta línea sinuosa se continuará hasta la desembocadura en río Verde del río llamado Hoyo del Bote, cuya desembocadura dista 8.600 metros próximamente de la de río Verde, en el Mediterráneo. A derecha e izquierda de esta línea, paralelamente a ella, y a la distancia de 300 metros, se trazarán otras dos líneas, que distarán entre sí 600 metros, quedando con ellas limitada una superficie de esta anchura y de 8.600 metros de longitud aproximada, que medirá, por consiguiente, 516 hectáreas.

Río Guadaiza. Se trazará una línea sinuosa por el centro del cauce, siguiendo las mismas reglas dichas para río Verde, desde la desembocadura del Guadaiza en el Mediterráneo hasta el paraje llamado El Cerrojo, distante de ésta 6.300 metros proxima-

mente. Paralelamente a esta línea se trazarán otras dos a derecha e izquierda de ella, distantes 300 metros de la línea central; lo mismo que se ha dicho para río Verde. La superficie así limitada tendrá 600 metros de ancho y medirá 378 hectáreas.

Río Guadiaro. Se trazará una línea sinuosa por el centro del cauce, siguiendo las mismas reglas que en los ríos anteriores, desde la desembocadura del Guadiaro en el Mediterráneo hasta la del río Genal en el Guadiaro. La longitud de esta línea sinuosa será de 14.700 metros próximamente. Se trazarán a derecha e izquierda y paralelamente a ella dos líneas que disten 500 metros de la central, porque en este río la zona de aluvión es más ancha que en los otros dos, y para que quede comprendida dentro de la superficie reservada debe tener ésta un kilómetro de anchura. Dicha superficie medirá 1.470 hectáreas.

Las tres quedarán limitadas por el Sur por la orilla del mar Mediterráneo, y por su otro extremo por una línea perpendicular al cauce de los ríos.

Sumando las tres superficies resultan en total 2.364 hectáreas de aluvión a reservarse el Estado.

Veamos ahora cuál ha sido el precio de coste de cada metro perforado en el reconocimiento del platino, incluyendo en él lo que ha costado lavar las arenas y separar al metal.

Para poderlo obtener se ha llevado una cuenta aparte para cada uno de los reconocimientos; el del platino de una parte, que se ha hecho por sondeos, y el del cromo y el níquel, que se han hecho por procedimientos que luego veremos. Los gastos generales de dirección, viajes, alquiler de viviendas y almacenes, etc., se han dividido en dos mitades, aplicando una de ellas a cada reconocimiento.

La suma total consignada y gastada ha sido *pesetas 450.000*. De ellas se han invertido 258.346 en el reconocimiento del platino y 191.654 en el del cromo y el níquel (1).

(1) En realidad, el gasto del reconocimiento del platino ha sido menor, porque en estas partidas se ha incluido el coste de las sondas, tuberías y acceso-

El número de metros perforados en el reconocimiento del platino ha sido en totalidad *metros 2.125,94*. Dividiendo por esta cifra la que representa el gasto, se obtienen *pesetas 121,49*, que es lo que ha costado la perforación, extracción de arenas y lavado de las mismas hasta la separación del platino por cada metro de sondeo.

Reconocimiento del cromo y el níquel.

En el estudio del Sr. Orueta, ya citado, se describe la manera cómo se presentan ambos metales en la Serranía (página 534 la del cromo y página 537 la del níquel), los minerales de ellos que más abundan, su génesis probable y la relación que se observa entre sus yacimientos y el terreno geológico en que están enclavados. No es preciso repetir aquí todo lo que allí se ha dicho, pero sí conviene recordar algo de ello y añadir algunos datos.

El mineral de cromo casi único de la Serranía y desde luego el aprovechable para las aplicaciones industriales de este metal es la *cromita*, o sea el sesquióxido de cromo. Este mineral está extraordinariamente repartido en las peridotitas de la región. En muchas de estas rocas entra como mineral constituyente, en algunas otras como mineral accesorio, y en ocasiones se localiza en bolsadas de cromita casi pura, enclavadas en las peridotitas y originadas probablemente por una segregación magmática anterior a la solidificación del magma. Estas segregaciones son las que constituyen criaderos de cromita, que llegan a ser explotables cuando la cantidad de mineral que contienen y la ley de éste llegan o exceden de ciertos límites.

ríos como un gasto, y en realidad no lo es del todo, porque las sondas y sus accesorios están en buen estado y el Instituto Geológico los podrá utilizar para otros trabajos durante bastante tiempo. Pero siendo difícil apreciar el valor que hoy tienen las sondas para abonarlo en cuenta al reconocimiento hemos preferido hacer la cuenta como queda dicho, dando por amortizadas a las sondas con sus accesorios.

En cuanto a la cantidad, no es fácil fijar éste límite, porque depende también de la situación del criadero, que puede prestarse o no a un transporte económico, de su emplazamiento topográfico, que permita o no permita una explotación a cielo abierto y de algunas otras circunstancias que influyen en la economía del beneficio. Pero se puede decir de un modo general que un criadero en el cual se puedan cubicar de 10.000 a 15.000 toneladas de cromita, y cuyo emplazamiento y situación sea un término medio entre las favorables y las desfavorables, ya merece la pena explotarse, si su ley lo permite y si el precio de venta en el mercado no es demasiado reducido.

El primero de estos factores, la ley en sesquióxido de cromo, no suele ser obstáculo en los minerales de la Serranía, porque, salvo raras excepciones, dicha ley excede del 45 por 100 y llega con frecuencia al 50 y al 52 por 100, que es casi la máxima en las cromitas.

Respecto al segundo factor, al precio de venta, debemos consignar que el caso nuestro es un tanto especial, porque la finalidad del reconocimiento que se nos ha encomendado no es la de plantear un negocio industrial, sino la de encontrar reservas de minerales suficientes para abastecer a los establecimientos militares del Estado en condiciones de precio aceptables y durante un período largo. Esta era nuestra misión, y así la hemos explicado en la primera parte de este informe. De ello continuaremos ocupándonos al tratar de los resultados, porque hacerlo ahora sería introducir un paréntesis en la descripción de los criaderos que estamos haciendo.

Yacimientos de cromita con extensión superficial suficiente para poder cubicar en ellos las cifras dichas antes, son bastante abundantes en la Serranía. Algunos de ellos fueron ya señalados en diversas localidades por los Sres. Mac-Pherson y Orueta Aguirre en sus trabajos sobre esta región, y algunos otros lo fueron por el Sr. Orueta Duarte en su estudio citado. Pero antes de comenzar este reconocimiento se ignoraba el número de ellos, su relativa importancia y los demás datos necesarios para un estudio in-

dustrial; debido a no existir ningún antecedente minero de cromita de la Serranía, por no haberse explotado nunca en ella ninguna mina de este mineral. Había, pues, que proceder desde el principio; esto es, había que proceder a reunir los datos que acabamos de enumerar como si se tratase de una región completamente desconocida.

Esta carencia de antecedentes mineros nos impide dar datos positivos y comprobados de la extensión en profundidad de estos criaderos. Para poderlo hacer, hubiéramos tenido que ejecutar labores de consideración, o, por lo menos, sondeos a bastante profundidad; cosa que, tratándose de una región tan abrupta, en la que no existen caminos, y teniendo que perforar rocas tan duras como las peridotitas, hubiera costado sumas muy superiores a las consignadas en el presupuesto y hubiera exigido además un tiempo de que no disponíamos. Nos hemos limitado, por tanto, a realizar labores pequeñas, como calicatas, trincheras y alguna que otra galería de pequeña sección, y esto sólo en los casos en que tales labores eran absolutamente indispensables. En todos los demás hemos hecho cubicaciones superficiales.

Por fortuna, las hipótesis que hemos debido hacer para obtener cubicaciones aproximadas son lo bastante verosímiles para poderlas aceptar como ciertas o, por lo menos, como muy probables. Existe, en primer lugar, el hecho, que parece indiscutible, de que los criaderos de cromita de la Serranía se han formado por segregación magmática, y como esta formación obedece a leyes físicas generales, en las que caben pocas excepciones, se puede predecir con cierto grado de certeza la forma y disposición del criadero en profundidad y deducir de ellas su riqueza probable.

Tenemos, en segundo lugar, el valioso dato que aporta la comparación entre los terrenos y criaderos de cromita de la Serranía y los de otras localidades del mundo. Hemos procurado hacer esta comparación con el mayor cuidado, fijándonos principalmente en los criaderos que arman en peridotitas, y que por ello deben ser similares a los de nuestra región, y la hemos ex-

tendido al mayor número posible de ellos (1), habiendo visto cuál es la ley que siguen en profundidad; ley que, por fortuna, es sencilla, regular y la misma, o casi la misma, para todos. Hemos aplicado lo visto en estos criaderos a los de la Serranía, y ellos nos ha servido no poco para establecer nuestros cálculos.

Creemos haber seguido el mejor camino para llegar a resultados exactos. Por otra parte, no teníamos otro de que echar mano pero, a pesar de esto, hemos creído necesario hacer la salvedad que antecede y exponer las hipótesis que nos han guiado, haciendo constar que de hipótesis se trata, si bien éstas son verosímiles.

Con los criaderos de níquel no sucede lo mismo que con los de cromo. Están desde luego más localizados que éstos, y si bien se encuentran aisladas en las peridotitas algunas bolsadas, nunca muy grandes, sin relación con otras, éstas son menos numerosas que las de cromo. En realidad, los minerales de níquel se localizan en dos regiones o parajes. La primera, la más importante, es la que hemos llamado *Jarales-Sierra de Aguas*, que se extiende en dirección SO. a NE. desde el límite del término municipal de Casarabonela con el de Carratraca, hasta la base NE de Sierra de Aguas. La segunda región niquelífera está situada al Este de Marbella y comprende a la vertiente Sur de la *Sierra de la Alpujata* y a la cuenca del *rio Real*, extendiéndose hasta cerca de las *Chapas de Marbella*.

El mineral de níquel más abundante es el *Kupferniquel*, con ley de 15 a 21 por 100 de níquel metálico. El análisis completo de este mineral está consignado en la página 538 del estudio ya citado del Sr. Orueta. Antes de nuestro reconocimiento, este mineral era el único que se conocía en la región. En el curso de aquél hemos encontrado otro, que es la *Garnierita*, que en algunos ya-

(1) Los criaderos que con más detención hemos estudiado y de los que posemos numerosa bibliografía han sido: los de *Bare Hill*, cerca de Baltimore; los de *Goshen*, *Nottingham* y *Mineral Hill*, en Pensilvania; los de *Wood's Mine*, en Tejas, y el de *Hoboken*, en New Jersey, todos ellos en los Estados Unidos. Del Canadá hemos estudiado los de *Bolton* y *Ham*. Los de Nueva Caledonia, recientemente descubiertos. Por último, también hemos conseguido algunos datos, aunque incompletos, de los de *Katharinenburg*, en Siberia.

cimientos de Sierra de Aguas acompaña al primero en proporciones notables. La composición de la garnierita de la Serranía de Ronda es la siguiente:

Níquel metálico.....	16,20
Magnesia.....	12,16
Alúmina.....	0,27
Cal.....	0,08
Oxido de hierro.....	3,40
Silíce y serpentina descompuesta.....	El resto.

Este mineral ha sido clasificado como hidrosilicato de níquel y de magnesia, con proporciones variables de hierro. El análisis del de Sierra de Aguas concuerda con esta clasificación, y tanto la composición química del mineral como su aspecto y demás caracteres exteriores, se asemejan bastante a los de los ejemplares de Nueva Caledonia (1) los criaderos de cuya localidad arman también en serpentina como los de Sierra de Aguas (2).

Los criaderos de níquel de Los Jarales afectan la forma de bolsadas, que están interrumpidas tanto en dirección vertical como en su corrida superficial. Se los puede clasificar, por tanto, con toda propiedad como *criaderos en rosario*. Es indudable que existe relación entre las diversas bolsadas de cada grupo y tanto en un sentido como en otro. En el vertical ya se había comprobado esto cuando dichos criaderos se explotaron; en el sentido de la corrida había dudas; pero después de nuestro reconocimiento éstas han desaparecido, y se puede afirmar como un hecho comprobado que tales criaderos están en relación manifiesta con las

(1) En el Museo de Ciencias Naturales de Madrid (Hipódromo) existen notables ejemplares de este mineral, siendo digno de atención, por su tamaño, el que hay a la puerta de dicho Museo. Procede de Nueva Caledonia y se parece extraordinariamente a los de la Serranía.

(2) La sierra de Aguas es una de las partes de la gran masa eruptiva que está más hidratada. La casi totalidad de dicha sierra está formada de serpentina procedente de la hidratación de las peridotitas. (D. de Orueta, obra citada, capítulo IV.) Tal vez exista cierta relación entre la abundancia de los minerales de níquel y el grado de hidratación de las peridotitas, porque en la otra zona, en la de la vertiente Sur de Sierra Alpujata, dichas rocas están también muy serpentinizadas.

grandes roturas o fallas de aquella región, las cuales se orientan todas de NE. a SO., sucediendo lo mismo con las masas metalíferas y con *las guías* o filones de ganga que envuelven a aquéllas.

Esta orientación es constante, y además bastante regular. La substancia terrosa que envuelve a los nódulos de mineral y que está compuesta de serpentina, cromita y détriticos níquelíferos, no desaparece nunca o casi nunca en todo el recorrido que media entre Los Jarales y la vertiente oriental de Sierra de Aguas, si bien queda reducida algunas veces a filoncillos o guías de pocos centímetros de espesor.

Dentro de esta substancia terrosa surgen de trecho en trecho las bolsadas de mineral de níquel, cuyo mineral se presenta en nódulos muy puros de desigual tamaño, algunos de los cuales llegan a pesar hasta 150 kilogramos. Estos nódulos en las bolsadas de los Jarales están en contacto directo con la ganga; pero en los de Sierra de Aguas hay casi siempre entre los unos y la otra una masa envolvente de cromita bastante pura, cuya ley no suele bajar de 48 por 100. Esta concurrencia de los dos minerales es una circunstancia muy favorable para los planes del Estado, como veremos después.

De estos filones interrumpidos de mineral de níquel hemos podido determinar cuatro en la citada zona. Es probable que existan más; pero se puede asegurar que han de ser poco importantes, porque el reconocimiento de aquella región se ha hecho con minuciosidad, y no es dable suponer hayan escapado a él bolsadas o guías de consideración. La distancia entre estos cuatro filones oscila entre 180 y 300 metros en sentido NO. a SE., o sea, en él perpendicular a su corrida, la cual se orienta, con notable regularidad, de NE. a SO., manteniéndose durante toda ella el paralelismo entre los filones.

El mineral que predomina en los Jarales es el kupferníquel. En cambio, en Sierra de Aguas abunda más la garnierita, cuya proporción va aumentando, en dirección NE., pareciendo también que hay cierta relación entre este mineral y la cromita, pues ésta

abunda tanto más cuanto mayor proporción hay de garnierita en la bolsada.

El tamaño de éstas es muy variable. Según Alvarez de Linera (1), se extrajeron de algunas bolsadas hasta 24 toneladas de mineral puro, habiendo otras, en cambio, que sólo produjeron cuatro o seis. En nuestro reconocimiento hemos visto que el tamaño superficial de la mayoría de las encontradas es de 10 a 12 metros de longitud por cuatro o cinco de anchura en su parte central, y un metro, o menos, en sus extremos, pues estas bolsadas afectan casi constantemente forma elíptica, con su eje mayor orientado de NE. a SO.

La dimensión vertical de estas bolsadas parece ser mayor que la horizontal, y la proporción entre el mineral y la ganga parece que también aumenta en favor de aquél a medida que se profundiza. Decimos *parece ser*, porque la mayor parte de los datos probatorios de este aserto los hemos tomado de la Memoria de Álvarez de Linera, antes citada, y de lo que nos han dicho algunos mineros que trabajaron en aquellas minas. En las galerías y trincheras que hemos practicado en nuestro reconocimiento se han comprobado constantemente dichos asertos. Todo esto y la comparación con lo que sucede en los criaderos extranjeros que hemos estudiado, conduce a suponer, con muchas probabilidades, que la riqueza en níquel va aumentando con la profundidad y que esta regla es general a toda la región de Los Jarales-Sierra de Aguas, y muy probablemente también a la de Marbella.

Ya hemos dicho que los minerales de cromo no se han explotado nunca en la Serranía. Los de níquel, en cambio, se han beneficiado durante una parte del siglo XIX. Los datos acerca de este beneficio pueden ser de interés para nuestro objeto, por lo cual vamos a hacer un sucinto resumen de ellos (2).

(1) *Descripción del criadero de níquel de Carratraca*.—Málaga, 1851. Imprenta del Comercio.

(2) La mayor parte de estos datos los hemos tomado de la obra de Álvarez de Linera, que acabamos de citar. Dicho ingeniero de minas conocía a fondo aquella explotación, por haberla estado inspeccionando mientras fué ingeniero jefe del distrito minero de Málaga.

La explotación se hizo por varios propietarios de minas, el más importante de los cuales fué el conocido industrial de Málaga D. Jorge Ardois. Esta explotación se hubo de hacer del modo más caprichoso que cabe imaginar. La única preocupación que guiaba a aquellos mineros era la de arrancar al menor precio posible y en un plazo breve al mineral que encontraban, sin preocuparse gran cosa del porvenir de las minas, sin hacer una preparación ordenada de ellas y sin siquiera fortificar debidamente las labores que hacían. Consistían éstas en socavones de pequeña sección y en algún que otro pocillo que atravesaba verticalmente la bolsada. Y hasta tal punto hubo de exagerarse este codicioso criterio, que el entonces gobernador de la provincia de Málaga, D. Simón de la Rada, se vió precisado a dictar una orden para que se suspendieran los trabajos de todas aquellas minas hasta que, reconocidas por un ingeniero, se pudieran dictar reglas técnicas para su beneficio. A esta orden obedece la detenida inspección que hizo en ellas el ingeniero jefe D. Antonio Alvarez de Linera y el informe que publicó como resumen de su trabajo.

Buscaban el mineral por indicios, a los que daban importancia exagerada, descuidando, la mayor parte de las veces, otros de mucho más valor científico. Esto, unido a que allí no había un plan ordenado de labores, daba por resultado que, al poco tiempo de estarse beneficiando una mina, su red de labores fuera tan intrincada e irregular, que resultaba punto menos que imposible conservarlas y acometer otras, porque la exposición a hundimientos era grande, y la acrecentaba la falta casi total de rellenos. Con este sistemal no debe extrañar que las economías que con él se proponían relaizar aquellos mineros resultasen ilusorias y viniesen a ser, a la larga, un encarecimiento del coste del beneficio, originando después la inutilización de la mina, y con ella la pérdida de todo lo gastado.

Para precisar más, veamos lo que puntualiza Alvarez de Linera en su informe sobre dicha explotación y sobre su porvenir:

«Acabada de publicarse la ley de Minas de 1825, se hizo la

primera denuncia en Carratraca (Jarales); pero la explotación dió poco resultado y hubo que abandonarla.

En el año 1840 se despertó de nuevo el entusiasmo por las minas a causa del descubrimiento de las de *Sierra Almagrera*, y se fundó una Sociedad llamada Concordia, que emprendió algunas labores en Los Jarales. Consistieron éstas en un pozo y algunos caños, de los que se extrajo algo de mineral de níquel; pero el resultado tampoco debió ser bueno, porque los trabajos se abandonaron a los cuatro meses de empezados.

En 1843, D. Amalio Maestre, a quien presentaron algunas muestras del mineral de Carratraca, clasificó a éste como *Kupfer-niquel* de excelente calidad; en vista de lo cual, renació el entusiasmo por tercera vez, y el propietario de minas de Málaga don Juan de Salas, asociado al Cónsul inglés de dicha población, reanudó los trabajos, que se continuaron hasta 1848 con resultados variables. En este año se descubrieron dos nuevas minas, que se bautizaron con los nombres *Rosario* y *Once mil Virgenes*, cuyos productos superaron en cantidad y calidad a los obtenidos hasta entonces. Basta decir que el ya citado D. Jorge Ardois compró a 20 reales quintal la primera partida de mineral que se extrajo de *Rosario*, y la revendió, con destino a Inglaterra, al precio de nueve duros quintal franco bordo Málaga.

Este resultado produjo entusiasmo grande, y a poco se cubrió de agujeros todo el partido de los Jarales (frase gráfica de Álvarez de Linera, que expresa muy bien lo ocurrido), buscándose además el níquel sin resultado en Alosaina, Yunquera y otros parajes.

De la forma irregular con que aparecen distribuidos los criaderos de níquel, dedujeron los mineros de Carratraca que aquellas minas se debían trabajar irregularmente. De aquí que abrieran pozos y trancadas *ad libitum* que se hundían a los pocos días de excavadas, y el querer ir siempre sobre el mineral aunque éste se presentase, como generalmente sucede, en cuatro o seis puntos a la vez. El terreno muy falso, las excavaciones mal dirigidas y el agua infiltrándose por las paredes, han ocasionado hundimientos

que desde el año último anuncié; y las sinuosidades de los caños cortarán la ventilación este verano si no adoptan los mineros las medidas preventivas que tengo indicadas.

Es indudable que un criadero irregular no puede sujetarse a esa marcha uniforme de un filón o capa donde siempre se trabaja con el mineral a la vista, o bien por estar sujeto a formas geométricas regulares puede atacarse a diferentes niveles con seguridad de encontrar su continuación siempre que se sepa buscarla.

A causa de la disposición irregular de los criaderos no se puede seguir en Carratraca el método anterior, pero sí se pueden disminuir mucho los gastos de explotación mediante la apertura de galerías generales de prolongación comunicando con dos pozos maestros de piso a piso; pueden después abrirse galerías traviesas a derecha e izquierda de cortas dimensiones para la rebusca y arranque del mineral, y, después de explotarlás, rellenarlás con los mismos escombros, por un sistema análogo al de *Ramblai*, usado en Beiberg (Bélgica) para las bolsadas de galena. Estas galerías generales necesitarán, en lo general, fortificarse a causa de la flojedad del terreno, pero de las traviesas podrá aprovecharse la madera retirándola a medida que se substituye con rellenos, y además tirarse de trecho en trecho algunas cañas de reconocimiento para explotar el mineral que hubiese quedado entre dos traviesas. El mucho valor de la mena sufraga con exceso los gastos de su explotación y la escasez de madera y buenos operarios que deben traerse de otras comarcas mineras; y aun el alto precio del mineral puede acrecerse todavía sujetándose a un buen aparato a mano, quebrado, y aun lavado en *cribas de balancín* para separar toda la parte posible de ganga. La naturaleza montañosa del terreno facilita también la apertura de caños de desagüe y extracción, y sólo falta que decidiéndose los mineros a hacer un adelanto en metálico, de que muy luego serían reembolsados, preparen sus minas a una explotación en grande que hoy les consiente muy bien la enorme dimensión de sus pertenencias.»

Los párrafos que anteceden están copiados literalmente del informe de Álvarez de Linera. Lo hemos hecho así porque dan cabal

idea de lo que se ha hecho en aquellas minas y de lo que se debía haber hecho, y dan esta idea mejor que lo que pudiéramos hacer nosotros discurriendo por cuenta propia; porque el citado ingeniero, a más de su vasta cultura y su mucha práctica minera, tenía sobre nosotros la inapreciable ventaja de haber visto todas las labores de aquellas minas, cosa que sólo hemos podido hacer en parte, reconociendo los pocos pozos y galerías que nos ha sido dable rehacer.

Los mineros de entonces no siguieron los consejos de Álvarez de Linera sino en lo que se refiere al mondado y selección del mineral en bocamina, y esto porque les obligó a hacerlo el elevado coste del transporte. Siguiéron, pues, las minas con sus procedimientos de explotación caprichosos y arbitrarios, hasta que las mismas consecuencias de éstos, que ya vaticina Álvarez de Linera en su informe, obligaron a pararas. Tal vez contribuyera a ello también una reducción en el precio del níquel, cuyo metal solía experimentar bruscamente en aquel entonces oscilaciones grandes en su valor, debidas a que no tenía las múltiples e importantes aplicaciones que hoy día tiene, las cuales aseguran su valor casi constante en el mercado de metales.

Álvarez de Linera daba tal valor al níquel de Carratraca y confiaba tanto en el porvenir de aquellas minas, que en el informe de que nos estamos ocupando propone se beneficie el mineral en Málaga, fundiéndolo en hornos apropiados por los procedimientos que se conocían entonces, y asegurando que la cantidad de mineral reconocida garantizaba la amortización de la fábrica que se montase y pingües ganancias además para sus propietarios.

A propósito de la cantidad de mineral existente en Los Jarales, y para terminar con el resumen del informe de Álvarez de Linera, vamos a consignar la cubicación que éste hace de él, si bien nos tendremos que ocupar de nuevo de ella cuando más adelante tratemos de los resultados de nuestros reconocimientos.

Álvarez de Linera no cubica más que el volumen reconocido por las labores existentes entonces en Los Jarales, y establece sus cálculos del modo siguiente:

«Han dado en él níquel todas las labores abiertas en la extensión de mil varas que hay desde la mina *Enriqueta* hasta la *Virgen del Rosario* y en la extensión, perpendicular a ésta, de cuatrocientas varas que hay desde la misma mina a la de *San Juan Evangelista*. El desnivel entre bocaminas es de doscientas veintinueve varas, lo que da una pendiente de quince grados, resultando un prisma rectangular de doscientas veintinueve varas de alto con una base de cuatrocientas mil, lo que arroja un volumen de noventa y un millones seiscientas mil varas cúbicas, dentro del cual debemos tener una seguridad de poder explotar níquel.

Ahora bien; las labores excavadas en *San Juan Evangelista* están comprendidas en una zona de diez y seis varas de profundidad, treinta de largo y ocho de ancho, lo que da un volumen de tres mil ochocientos cuarenta varas cúbicas, y como en las tres minas no pasará este volumen de seis mil varas, en las que se han explotado dos mil quinientos treinta quintales, rebajando los noventa y un millones seiscientas mil varas cúbicas a una décima parte, quedarán nueve millones ciento sesenta mil varas cúbicas, que supondremos únicamente con níquel; y si de cada seis mil varas arrancamos, como hasta aquí, dos mil quinientos treinta quintales, tendremos tres millones ochocientos sesenta y dos mil cuatrocientos sesenta y seis quintales de níquel.»

Esta última cifra, que, reducida a toneladas, da 177.673 toneladas, es lo que Álvarez de Linera supone existía sin explotar en el perímetro de dichas tres minas. No cubica lo que puede quedar dentro de ella desde la galería inferior al nivel del arroyo de Las Cañas en su confluencia con el del Moro (1), que es el punto más bajo de la zona mineralizada de Los Jarales. Tampoco cubica el mineral que pueda existir por debajo del nivel de dicho punto, y cuya explotación no se podría hacer por socavones, pero sí por pozos.

Da después su opinión, francamente favorable, a la continua-

(1) Este es el nombre que figura en el mapa del Instituto Geográfico y Estadístico. En el país se conoce a este arroyo con el nombre de Pinillos.

ción del criadero en profundidad y al probable aumento de su riqueza, basándose en el hecho de armar en una roca eruptiva muy profunda y en otras razones que no es necesario repetir, por ser las generales a todas las rocas de esta clase. También afirma su opinión por la comparación del criadero de Los Jarales con los de otros países, entre ellos con el de cobre de Monte-Catini, en Toscana, cuyo terreno ofrece grandes analogías con el de Carratraca.

Álvarez de Linera da al mineral de níquel de Carratraca un valor que deduce del que alcanzaba entonces su venta en el mercado. Este valor es el de 240 reales el quintal. Considera muy bajo este precio en relación con la utilidad que se podría obtener fundiendo al mineral en el país.

Hay que tener presente que en aquel entonces no existía la actual carretera de Álora a Carratraca, y que las vías de comunicación de las minas de Los Jarales se reducían a dos caminos, o mejor dicho, veredas, que conducían a Álora y a La Pizarra, y cuyos recorridos eran de 14 y 17 kilómetros, respectivamente. El transporte del mineral se hacía a lomo de caballerías y no se podía hacer de otra manera. Llegado a Álora o a La Pizarra se transportaba por ferrocarril a Málaga, distante 38 y 30 kilómetros, respectivamente, de dichas estaciones, y allí se embarcaba para Inglaterra, que era su mejor mercado entonces.

El transporte resultaba, por tanto, muy caro, y esto obligaba a transportar nada más que al mineral puro y rico, cuyo precio compensase a dicho elevado gasto, lo cual obligaba a su vez a hacer en bocamina una monda a mano y un minucioso escogido, cuyos desechos se arrojaban a las escombreras, las cuales por esta razón contienen bastante mineral, que sería aprovechable hoy día lavando las escombreras (1).

(1) Cerca de la margen derecha del arroyo del Escribano, que pasa al pie de las minas, existen hoy día unas ruinas que deben ser de un aparato de cribar. Cerca de ellas hay montones de escombros, con bastante mineral, por cierto, cuyos granos son de tamaño uniforme, lo cual parece indicar hubo allí en un tiempo una criba de clasificación y tal vez un lavadero. Álvarez de Linera no lo

Además de estas escombreras se ven en el exterior restos de edificios, el primer tramo de un pozo que se abre en el puerto que hay sobre las minas y restos de algunas galerías. En nuestro reconocimiento hemos rehecho y limpiado parte de estas labores, lo cual nos ha permitido recabar algunos datos de interés, como veremos después.

Respecto a la otra región niquelífera, poco podemos añadir a lo ya dicho. Es más pobre que la de Los Jarales-Sierra de Aguas, y ofrece los mismos caracteres en cuanto a presentación del mineral y forma de las bolsas. Ha sido explotada muy superficialmente por compañías que enviaban su mineral al extranjero; pero la irregularidad de las bolsas y la frecuencia con que se presentaban en ellas partes casi estériles, hicieron que se abandonasen aquellos trabajos a poco de emprendidos. A esto se reduce su historia. Lo que hemos reconocido en ella lo expondremos más adelante.

Tales son los datos y antecedentes que había sobre el cromo y el níquel antes de comenzar nuestro reconocimiento. Convenía consignarlos aquí, sobre todo los referentes al níquel, que es el metal más importante para industrias militares, porque nos han de servir, en unión de los recabados por nosotros, para sentar las conclusiones de este Informe.

Veamos ahora cómo hemos llevado a la práctica el reconocimiento del cromo y el níquel.

Procedimientos seguidos para el reconocimiento.

El problema se nos planteaba del modo siguiente: Se sabía que en la región existían minerales de cromo y níquel. Bolsadas de los

menciona, y los mineros ancianos de la localidad dicen que aquellas ruinas estaban ya así cuando ellos trabajaban en las minas, y que no saben lo que representan ni significan.

primeros habían sido descubiertas y reconocidas superficialmente por Macpherson y Orueta Aguirre (Istan, Hoyo del Bote), y por Orueta Duarte en Genaiguacil, Reales y Sierra de Igualaja, así como en la cuenca superior del río Verde. El análisis de este mineral demostraba que era cromita de ley alta. Datos sobre estos criaderos en profundidad no había otros que los que se deducen de los razonamientos científicos y de la comparación con lo que sucede en otros países. Respecto a los minerales de níquel, había bastantes datos, tanto de superficie como de profundidad, de las dos regiones dichas. Estos datos son los que acabamos de reseñar.

No se sabía cuántos criaderos de cromita existían en la región. Podían encontrarse, y esto era bastante probable, bolsas mayores y más ricas que las conocidas. Podía haber alguna o algunas que por su situación topográfica estuviesen en condiciones excepcionalmente favorables para su explotación. Respecto al níquel, sucedía algo análogo. Cabía en lo posible que hubiese otras regiones niquelíferas a más de las dos citadas; pero lo que más interesaba en cuanto a este metal se refiere era reconocer minuciosamente las dichas dos regiones para ver si había en ellas más criaderos y cerciorarse, hasta adonde fuera posible, del porvenir que ofrecían en cuanto a cantidad y riqueza los ya conocidos, y que estaban, en parte, explotados.

La resolución de estos problemas exigía: 1.º Un reconocimiento superficial completo de la parte de la región que pudiese contener a ambos minerales. 2.º Hacer algunas labores (trincheras, calicatas y galerías pequeñas) que permitiesen adquirir una idea aproximada del régimen en profundidad de los criaderos y hacer una cubicación, también aproximada, del mineral con que se podría contar.

Para hacer el reconocimiento superficial, la investigación propiamente dicha, que era lo más importante, se han seguido dos procedimientos: el de cuadrillas volantes y el del lavado de las arenas de los ríos. Este último sólo es aplicable a los minerales de níquel, como después veremos.

El procedimiento de cuadrillas volantes consiste en hacer re-

correr el terreno por hombres que tengan alguna costumbre de conocer minerales, que vayan recogiendo las muestras de éstos que encuentren y señalando los sitios para examinarlos después con más detenimiento. Este método es primitivo, y si se quiere poco científico; es además largo y caro; pero confesamos francamente que no se nos ha ocurrido otro que pudiera resolver con certeza los problemas que surgían ante nosotros y que hemos planteado antes. Ni en los libros ni en las consultas que hemos hecho a distinguidos compañeros nuestros, hemos encontrado otro método que lo pueda substituir. Por otra parte, este procedimiento bien aplicado es de resultados casi infalibles, porque pone de manifiesto hasta los afloramientos más insignificantes de mineral que pueda haber en la región que se reconoce. Además, el suelo de la Serranía de Ronda se presta muy bien a este procedimiento, porque en él, salvo raras excepciones, las rocas están al descubierto y no recubiertas por tierra vegetal, lo que, unido a que la vegetación no es muy tupida, hace que sea fácil apercibir a los afloramientos de mineral.

No era preciso reconocer así toda la región acotada. Bastaba hacerlo en la masa peridótica y en los terrenos que se sabe tienen peridotitas bajo sus capas, y no a mucha profundidad. Esto depende de la relación, reconocida y comprobada, entre las peridotitas y los yacimientos de ambos minerales, y con ella se reducía mucho el campo de la exploración. Extendimos éste, sin embargo, a una parte de los terrenos limítrofes con la roca eruptiva para tener seguridad completa de que no quedaba ningún posible afloramiento por investigar.

Para ordenar el reconocimiento empezamos por procurarnos la serie completa de los excelentes mapas planimétricos, que ha hecho el Instituto Geográfico y Estadístico, de cada término municipal de la región (1). Con ellos a la vista, pudimos dividir en sec-

(1) Debemos dar las gracias más expresivas a nuestro compañero, el ingeniero de minas D. Luis Cubillo, Director entonces de la Sección Gráfica de dicho Instituto, que nos ha facilitado estos mapas y otra porción de datos, valiosísimos para nuestro trabajo.

tores de superficie próximamente igual a cada uno de los términos municipales que había que reconocer en todo o en parte. Esta división la hicimos valiéndonos de las líneas naturales del terreno, como ríos, arroyos, divisorias de aguas, etc., y una vez hecha, pudimos planear el trabajo sobre datos exactos, ordenarlo y establecer los cálculos de tiempo, personal, gastos, etc. El resultado de este trabajo preliminar fué la división en sectores que expresa la siguiente lista, que comprende todos los términos municipales que se debían reconocer en totalidad o en parte:

	Sectores a reconocer.		Sectores a reconocer.
Algatocín.....	2	Fuengirola	3
Alhaurín el Grande....	5	Gaucín.....	3
Alhaurín de la Torre.	1	Genalguacil.....	7
Alora.....	6	Guaro.....	5
Alozaina.....	2	Igualeja.....	8
Alpandeire.....	3	Istán.....	8
Ardales.....	2	Jubrique.....	6
Benahavis.....	9	Juzcar.....	4
Benalauria.....	1	Manilva.....	2
Benalmádena.....	1	Marbella.....	9 (3)
Benarrabá.....	1	Mijas.....	5
Burgo.....	1 (1)	Monda.....	6
Carratraca.....	4	Ojén.....	8
Cartájima.....	2	Parauta.....	4
Cártama.....	1 (2)	Pizarra.....	2
Casarabonela.....	7	Pujerra.....	5
Casares.....	6	Ronda.....	2 (4)
Coin.....	4	Tolox.....	6
Estepona.....	8	Yunquera.....	7
Faraján.....	4		

En total, 170 sectores, que miden una superficie de 696 kilómetros cuadrados aproximadamente.

(1) Sólo una pequeña parte de la *Sierra de las Nieves*.

(2) Una parte próxima a *Sierra Gorda*.

(3) Está incluido en el San Pedro Alcántara.

(4) Sólo la parte limítrofe con las sierras de la Nieve, de Tolox y de Yunquera.

Se empezó por organizar una cuadrilla de seis hombres y un muchacho, dirigidos por uno que, además de saber leer y escribir, tenía cierta costumbre de diferenciar minerales, por haber trabajado algunos años en las minas *El Peñoncillo*, de Marbella.

Poco a poco el número de cuadrillas se fué aumentando hasta tres, llegando a componerse cada una de ellas de 12 a 16 hombres. Así se ha continuado hasta el final.

Cada cuadrilla iba al sector que se le había designado de antemano, y cuyos límites, acompañados de un croquis del terreno, llevaba el jefe de aquélla.

Los hombres se repartían con cierta uniformidad sobre el terreno y avanzaban en el mismo sentido, examinando a la superficie. Cuando ésta estaba cubierta de monte bajo y las manchas de éste eran demasiado extensas, se arrancaban las matas necesarias para que se pudiera reconocer el terreno desnudo en puntos que, como máximo, debían distar 10 metros uno de otro. Los hombres tenían obligación de recoger muestras de cuanto encontrasen igual o parecido a un mineral.

El jefe de la cuadrilla acudía al punto adonde el mineral había aparecido; mandaba cavar un poco alrededor de dicho punto, para cerciorarse de si se trataba efectivamente de un afloramiento, y no de minerales rodados, y cuando la cava no bastaba, daba un barrenado con medio cartucho de dinamita. El sitio se marcaba con un mojón, apuntando en su libreta el jefe de la cuadrilla el sitio, clase del mineral y demás datos, los cuales se repetían en la etiqueta de cada muestra. Cuando se habían reunido cierto número de éstas, las traía el jefe de la cuadrilla a la oficina de los ingenieros y se procedía a su examen.

Muchas de las muestras, sobre todo en los primeros tiempos del reconocimiento, resultaban inútiles por ser de minerales muy pobres o de rocas fáciles de confundir con minerales. Después, la práctica fué enseñando a los jefes de cuadrilla y a sus hombres, a distinguir los minerales ricos, y la proporción de muestras inútiles disminuyó bastante.

Hecha la selección de muestras en la oficina, nos trasladába-

mos al sector de donde procedían, y recorriamos los diversos parajes anotados en la superficie. Con ello se hacía una segunda selección, porque muchas de las muestras, sobre todo las de cromita, aun siendo de mineral rico, procedían de bolsadas tan pequeñas que no merecía la pena ocuparse más de ellas. Algunas, en cambio, procedían de criaderos de cierta extensión superficial, y entonces se procedía a hacer en éstos algunas labores que aportasen datos sobre el régimen de aquél en profundidad. Cuando la pendiente del terreno lo permitía y la inclinación aparente del criadero coincidía con ella, las labores eran calicatas que cortaban a poco trecho al mineral. Cuando éste distaba más de la superficie, las calicatas se convertían en trincheras horizontales que penetraban todo lo posible en el terreno. Otras veces, por último, había que hacer una galería de pequeña sección que cortase al mineral. Alguna de estas galerías ha medido hasta 20 metros de longitud; pero dicho se está que no se han hecho sino cuando la importancia aparente del criadero lo merecía, y cuando no era posible cortar en profundidad al mineral con una trinchera. Como la pendiente del terreno solía ser grande, una de estas galerías ponía de manifiesto una altura apreciable en la masa del mineral, y esto ha sido suficiente para formarse una idea de la cantidad de aquél, siquiera dicha idea sólo sea aproximada, y poder deducir si el criadero era o no explotable.

Tal es el procedimiento de las cuadrillas. Los resultados obtenidos con él los detallaremos más adelante.

El segundo procedimiento, el de lavado de las arenas de los ríos, es más científico, por decirlo así, que el anterior, y también más económico; pero no es aplicable sino a minerales, como los de níquel, que estén localizados en determinadas y circunscriptas regiones, no siéndolo a los que están repartidos por toda la masa del terreno y forman parte integrante de las rocas de él, como sucede con los de cromo. Se necesita también que los granos pequeños de mineral se distinguan con cierta facilidad y se destaquen sobre los demás que los acompañan, circunstancias que concurren en los dos minerales de níquel, el kupferníquel y la garnierita,

cuyo color verde claro intenso los hace inconfundibles con los demás.

Para explicar este procedimiento, veamos cómo lo hemos puesto en práctica en Sierra de Aguas, en la que sospechábamos debían existir bolsadas de mineral de níquel, por la composición de las rocas y por su proximidad y orientación respecto a Los Jarales.

Nos fijamos en los arroyos que nacen en la sierra, y elegimos en cada uno de ellos un punto situado aguas abajo de la masa peridótica y distante uno o dos kilómetros del contacto de aquélla con el terreno geológico limítrofe. El primer arroyo a que aplicamos el procedimiento fué al del Escribano, y el buen éxito obtenido en él nos animó a aplicarlo a los demás.

Lavando las arenas del arroyo en el punto elegido, como queda dicho, si se encuentra mineral de níquel en ellas, es evidente que existirán criaderos de él en la cuenca del arroyo. Así lo hicimos. El lavado se practicó en bateas de mano, recogiendo arenas de la superficie, o a lo sumo de un metro de profundidad, porque siendo la densidad de estos minerales poco superior a seis, no hay temor, como cuando se trata del platino, que se concentren rápidamente en el fondo del depósito de aluvión. Se puede asegurar que, si hay níquel en las arenas, se encontrarán de él bastantes granos en el residuo de la batea.

Si no se encontraba mineral de níquel en el punto en cuestión, repetíamos el lavado en diferentes sitios para cerciorarnos bien de su ausencia, y, si ésta continuaba, la cuenca de aquel arroyo quedaba descartada del reconocimiento ulterior, economizándose el tiempo y el gasto que se hubieran invertido en él.

Volvamos al primer caso, al de la presencia del níquel en el punto de arranque. Se ascendía entonces por el arroyo aguas arriba hasta llegar a la confluencia del primer arroyuelo de los que lo alimentaban, esto es, hasta encontrar otro arroyuelo que vertiese sus aguas en el primero. Se lavaban las arenas de este arroyuelo, y si no contenían mineral de níquel, se descartaba su cuenca del reconocimiento, y se seguía subiendo por el primer

arroyo hasta la segunda confluencia, repitiéndose las operaciones y continuando así hasta llegar al extremo superior de la cuenca.

Por medio de estas operaciones tan sencillas, la superficie a reconocer en la Sierra de Aguas quedó reducida a menos de la décima parte de su totalidad superficial, y en vez de reconocer esta totalidad por medio de cuadrillas, bastó hacerlo en la décima parte dicha, encontrándose, en efecto, en ella los criaderos de níquel que el lavado había hecho prever.

Este procedimiento de reconocer por lavados es tan eficaz, tan rápido y de resultados tan seguros, que no vacilamos en recomendarlo para cuantos casos análogos al nuestro se presenten en la práctica. Las condiciones que deben reunir los minerales para que el procedimiento sea aplicable ya lo hemos dicho antes, y, como se ve, hay en la Naturaleza bastantes minerales que las reúnen. En algunos casos hasta hemos podido hacer un análisis cuantitativo aproximado de las arenas lavando un peso conocido de éstas y separando al mineral de níquel en el residuo de la batea por medio de los líquidos densos. Si se trata este residuo por la solución de Rohrbache o por el yoduro de metileno, se van al fondo del tubo o de la copa las éspinelas, el granate y el mineral de níquel, quedando a flote todo lo demás. La separación del mineral de níquel se hace después en el microscopio biocular, cosa siempre fácil por el color inconfundible de aquél. Pesándolo y estableciendo la proporción, resulta la ley en níquel de las arenas, y debemos decir nos ha sorprendido ver lo uniformes que son los resultados cuando se lavan arenas de un área no muy grande (unos 10 metros de diámetro) procedentes de la misma cuenca.

El reconocimiento por lavado lo aplicamos primero a la región Jarales-Sierra de Aguas, y cuando se terminó lo hicimos en la zona oriental de Marbella, en la cual, por estar los afloramientos más espaciados que en la primera, ser más pequeños y estar recubierta en muchos sitios la roca eruptiva por mantos de otros terrenos, el reconocimiento por cuadrillas hubiera sido más largo y más difícil que el de la primera región. Empezamos el lavado

por el puente sobre el río Real que hay en la carretera de Málaga a Cádiz. Encontramos mineral de níquel en él, y seguimos ascendiendo por dicho río hasta el comienzo de su cuenca, que está en el término municipal de Ojén, parte en sierra Blanca, y otra parte, la mayor, en la sierra Alpujata.

Se han reconocido por el mismo procedimiento las cuencas de los arroyos llamados El Tejar y Siete Revueltas, el primero entre Marbella y río Real y el segundo al Oriente de este último, resultando que no hay níquel en sus cuencas. Como éstas están contiguas a la de río Real, y como el reconocimiento se hubo de extender después en sentido Oeste a Este hasta cerca de las Chapas de Marbella, resulta que en esta extensa región sólo hay níquel en la cuenca del citado río Real, cosa que se ha comprobado después en el reconocimiento por cuadrillas para el cromo.

En el transcurso del reconocimiento hemos encontrado otro mineral que en un principio creímos podría tener interés. Nos referimos al *hierro cromado*, que es una magnetita con una ley en hierro de un 50 por 100, poco más o menos, como todas o casi todas las magnetitas de la región, y una proporción de sesquióxido de cromo, que varía entre 6 y 10 por 100. Existen criaderos de alguna importancia de este mineral en la cuenca del Hoyo del Bote y en algunos otros parajes.

Creíamos que este mineral pudiera tener interés para la fabricación del ferrocromo, porque habíamos leído en algunas revistas americanas que entre los procedimientos metalúrgicos inventados durante los primeros años de la guerra, había uno para obtener dicho ferro basado en el tratamiento directo en el alto horno de minerales de hierro cromíferos. Pero una investigación hecha para cerciorarnos de la veracidad de esta noticia nos mostró que los ensayos realizados no habían tenido éxito económico debido, entre otras causas, a la poca fusibilidad de los minerales que contienen cromo. Nos han asegurado que el procedimiento ha sido desechado, y que el ferrocromo se sigue obteniendo, o por los métodos anteriores a la guerra, o por otros nuevos inventados durante ella; pero que tanto los unos como los otros se basan en el

empleo de la cromita y no en el de los hierros con escasa ley de cromo (1).

Tales han sido los procedimientos que hemos aplicado para reconocer a los minerales de níquel y de cromo, y tal ha sido el proceso seguido durante este reconocimiento. Vamos a reseñar ahora sus resultados.

Resultados del reconocimiento de los minerales de cromo y níquel.

Estos resultados se pueden dividir en dos categorías: 1.ª Criaderos nuevos que se han encontrado. 2.ª Nuevos yacimientos que han aparecido en criaderos ya explotados parcialmente. Esta segunda categoría de resultados no atañe más que a los minerales de níquel de las dos regiones que hemos mencionado, pues ya hemos dicho que los minerales de cromo no se han explotado hasta ahora en la Serranía.

La relación que sigue designa los yacimientos encontrados, especificándose en ella el término municipal y el paraje en que radican, así como los datos referentes a su valor industrial. Esta relación sólo comprende a aquellos yacimientos que por su extensión superficial, por su ley y por lo que de ellos han mostrado las labores de reconocimiento que se han hecho, se pueden considerar como económicamente beneficiables. Pero debemos repetir

(1) Se han encontrado además en el reconocimiento otros minerales que no describimos, porque su escasez no permite considerarlos como industrialmente aprovechables. Entre ellos está la *scheelita* (tungstato de cá), cuyo afloramiento hizo concebir en un principio lisonjeras esperanzas. Pero una investigación hecha por medio de dos trincheras y una pequeña galería a nivel inferior a aquéllas, demostró que sólo había una metalización reducida, y que la cantidad de mineral era insignificante. Asociados a la *scheelita* se encontraron algunos minerales raros, como el bismuto nativo y la bismutita, así como también una especie nueva de telururo de bismuto que D. Santiago Piña de Rubies, que la ha analizado, ha bautizado con el nombre de *orueta*. Todos estos minerales son meras curiosidades científicas dada su escasez en nuestra localidad.

una vez más que las labores a que aludimos no han sido, ni podían ser, todo lo completas que exige una cubicación exacta de la cantidad de mineral disponible. Este trabajo se hubiera salido fuera de los límites impuestos a nuestro reconocimiento. No hay que olvidar que el objeto de éste era saber si existían en la región minerales suficientes en calidad y cantidad para abastecer a las fábricas militares del Estado y llenar ampliamente sus necesidades; y como este problema se podía resolver, y se ha resuelto, sin necesidad de cubicar con rigurosa exactitud todos los criaderos de la región, a ello nos hemos atenido.

TÉRMINO DE ALHAURÍN EL GRANDE

SECTOR 1.º

En la vertiente SE. del cerro de *Alaminos*, que mira al río de los *Pasados*, y a 400 metros de la intersección de los tres términos de Mijas, Cofín y Alhaurín el Grande, se ha encontrado una bolsa de cromita con algo de mineral de níquel, bastante semejante, por su aspecto, a las de *Sierra de Aguas*. Mide 12 metros de largo por tres de ancho en su centro, y el mineral parece seguir en profundidad, a juzgar por lo que muestran dos trincheras practicadas en la bolsa. No se ha parado más la atención en ella por haber encontrado otras de bastante mayor importancia.

SECTOR 4.º

En los *Llanos de la Plata*, a 500 metros al Oeste del término de Cofín, aparecen cuatro bolsas de cromita pura que, aunque superficialmente son independientes, hay indicios de que se reúnan en profundidad. Esta región está bastante mineralizada y en la dolomía cristalina, allí en contacto con las peridotitas, se han explotado antiguamente criaderos de plomo argentífero. La designación de este paraje es un tanto vaga, porque parte de los llanos están en término de Cofín. La hemos conservado, sin embargo, por ser éste el nombre que tiene curso en la localidad.

TÉRMINO DE ALORA

SECTOR 2.º

Vertiente NE. de la Sierra de Aguas. Confluencia del arroyo de la *Dehesilla* con el tercer afluente a contar desde su nacimiento. Una bolsada de garnierita muy alargada en el sentido N. NE. a S. SO., lo cual la asemeja a un filón. Tiene en algunos puntos hasta 12 metros de espesor, y termina por sus dos extremos en una guía estrecha de serpentina níquelífera. Abunda bastante la cromita en esta bolsada.

Vertiente oriental de Sierra de Aguas: 300 metros aguas abajo del nacimiento del arroyo de las *Canillas*. Una bolsada casi circular de garnierita muy mezclada con cromita y cuyos bordes son poco precisos, porque el mineral pasa muy gradualmente a serpentina.

SECTOR 3.º

Vertiente Norte de sierra de Aguas. Borde occidental de la cuenca superior del arroyo del *Colmenar*, a 200 metros, próximamente, de la confluencia con él de la cuarta rambla (sin nombre) que hay a partir del nacimiento del citado arroyo del *Colmenar*. Cinco afloramientos de un mineral de níquel que, por el resultado de su análisis, muestra ser una mezcla de kupferníquel y de garnierita. Debe haber en profundidad unión parcial o total de estos afloramientos, porque así lo indica una trinchera hecha aprovechando un corte brusco del terreno. Menos cromita que en los anteriores yacimientos.

SECTOR 4.º

En la cumbre del cerro de *Bellacos* hay una galería antigua que parece atravesarlo, y en las escombreras de esta labor sólo se encuentran indicios de minerales de níquel muy pobre.

Una bolsada pequeña en la vertiente NE. de la cuenca superior del arroyo de los *Paredones*, y a unos 300 metros de la con-

fluencia de éste con la cuarta rambla, a contar desde su nacimiento. El terreno está allí muy removido y eso ha dificultado un tanto el reconocimiento de una pequeña bolsada que allí hay. Parece, sin embargo, que esta bolsada contiene menos cromita que las anteriores.

En el paraje llamado *Puerto del Sapo* hay dos escombreras que indican reconocimientos o explotaciones antiguas. Examinadas y lavadas las escombreras, hemos encontrado en ellas mineral de níquel, pero en pequeña proporción. En los alrededores de estas escombreras hay indicios superficiales de níquel y de cromita, pero el terreno está allí bastante descompuesto, y las trincheras y calicatas no bastan para reconocerlo, porque no pueden alcanzar la profundidad necesaria para llegar al mineral y a la roca, poco alterada. Está allí indicada, a nuestro entender, una galería de pequeña sección normal a la divisoria y a unos 20 metros por debajo de ésta; la cual galería cortarían a los afloramientos superficiales a profundidad conveniente, si es que llegaban a ésta, como parecen indicar. No hemos practicado esta galería porque necesitábamos elegir entre las labores las que ofreciesen mayor interés, y tanto en el término de Alora como en el contiguo de Carratraca, había otras varias que lo ofrecían mayor que ésta.

En la cabecera del *Tajo Azul*, a poca distancia del término de Casarabonela, hemos encontrado un afloramiento, en el que la cromita predomina mucho sobre el mineral de níquel. Su forma es circular; mide unos ocho metros de diámetro, y las tres calicatas hechas en ella demuestran la continuidad del mineral.

SECTOR 6.º

Paraje llamado *Los Cerrajones*, en la divisoria entre los arroyos de las *Huertas* y los *Paredones*. Una bolsada de forma sinuosa y bastante grande de garnierita con cromita. Las calicatas demuestran que sus minerales tienen bastante ganga serpentínosa.

TÉRMINO DE ALOZAINA

SECTOR 2.º

En los alrededores del nacimiento del río *Jorox*, cerca del límite con el término de Yunquera, afloran en diversos sitios unas areniscas triásicas (1) de color amarillo rojizo, que dan pronunciado olor a petróleo cuando se las arranca. Este carácter es constante en toda la formación triásica de este término y también en la del de Yunquera, que es prolongación de la de Alosaina. El olor en algunas capas es muy pronunciado.

TÉRMINO DE ALPANDEIRE

SECTOR 2.º

En el *Puerto de los Perdigones* y sus alrededores, cerca de la intersección de los términos de Alpanseque, Ronda y Juzcar, aparece un mineral de hierro en forma de concreciones esféricas, que es una hematites muy rica en hierro. Arma en las calizas. Parece ser que en el siglo XVIII fué explotado y beneficiado este mineral en una fábrica instalada a orillas del río Genal, en el término de Juzcar (2).

El reconocimiento que hemos hecho en aquel paraje ha demostrado que existe aún en él mucho mineral de esta clase y bastantes afloramientos de yacimientos que no se han explotado. El beneficio *in situ* de este mineral con carbón vegetal, como se hacía seguramente en la fábrica de Juzcar, no sería económico hoy día pero la distancia a la costa y a Ronda desde el puerto de los Perdigones no es grande (28 y 12 kilómetros en línea recta, respecti-

(1) Existen dudas sobre el nombre que se debe aplicar a esta formación. Véase sobre el particular el capítulo titulado «Terreno triásico» en la obra ya citada del Sr. Orueta Duarte, pág. 351.

La duda estriba en si se debe considerar como triásica o como permotriásica, cosa que afecta poco a nuestro razonamiento.

(2) Orueta Duarte, obra citada, pág. 530.

vamente), y cabría, tal vez, pensar en una explotación; porque, repetimos, que el mineral es rico y muy puro.

Aunque la hematites no era de los minerales comprendidos en nuestro plan de reconocimiento, hemos creído deber mencionar este yacimiento por el interés que pueda tener para industrias particulares.

TÉRMINO DE ARDALES

SECTOR 2.º

Comprende este sector una parte de la vertiente NO. de la Sierra de Aguas, y en él existen algunos afloramientos de kuperfínquel que prueban que la mineralización llega en aquel sentido hasta el pie mismo de la sierra; esto es, hasta el contacto entre las peridotitas serpentinizadas y el terreno cambriano.

TÉRMINO DE BENAHAIVIS

SECTOR 1.º

En el paraje llamado *Canutos del Monte* aflora una bolsada de cromita de forma elíptica y con 12 por siete metros de dimensiones superficiales. Las calicatas hechas en ella han dado buenos resultados en cuanto a riqueza y ley del mineral. Ésta no ha bajado del 48 por 100 en ninguna de las muestras, y ha llegado en algunas al 52 por 100.

Arroyo del Puerto. Vertiente oriental; cerca de su nacimiento. Una bolsada de 14 metros de largo por dos a dos y medio de ancho, de hierro cromado. La ley en cromo es de siete a ocho por 100, y la de hierro de 46 por 100. Reconocida por medio de una pequeña trinchera a ocho metros por debajo del afloramiento.

SECTOR 2.º

Cerro de la Mora. En él está la mina de grafito propiedad del Estado, cuya descripción ha hecho el Sr. Orueta en las páginas 541 a 546 de su obra ya citada. El Ministerio de Fomento en

su *Boletín* ha publicado un proyecto de reconocimiento de esta mina, del cual es autor también el Sr. Orueta (noviembre a diciembre de 1917).

Canutos de Doña Juana. Existen en este paraje dos minas antiguas de grafito, cuyas escombreras, aunque medio ocultas por la vegetación, son visibles todavía. No las hemos reconocido con labores.

Cuesta de Matagallos. A la mitad de ella, en la subida desde el Guadalmanza a su divisoria con el Guadalmina, existen varios afloramientos de cromita muy mezclada con las peridotitas. Las calicatas hechas no indican diferencias entre el mineral extraído de ellas y el de la superficie. La topografía del terreno no se presta a hacer una galería económica para reconocer estos afloramientos a cierta profundidad. Dicha galería hubiera tenido que ser muy larga para llegar a cortarlos. Por esto, y lo poco favorables de las indicaciones de las calicatas, se ha desistido de hacerla.

Nacimiento del arroyo de La Alija. Se ven en él varios afloramientos iguales a los de la cuesta de Matagallos.

SECTOR 3.º

En el extremo Sur de *La Rijana*, y en la cuenca del *Monte de la Corchá*, aflora también la cromita en forma parecida a las anteriores. Las calicatas hechas dan las mismas indicaciones que en la cuesta de Matagallos y en el arroyo de la Alija. Esta manera de entremezclarse el mineral de cromo con la roca de su caja, sin separarse netamente de ella, como ocurre en otros parajes, parece ser un carácter general a toda la cuenca del Guadalmanza.

SECTOR 5.º

Almárgenes. En este paraje de la vertiente occidental de la *Sierra Palmitera* se ven bastantes afloramientos de hierro cromado con composición similar a los del *Arroyo del Puerto*. Los dos más importantes de ellos han sido reconocidos por calicatas. El mineral es algo más puro que en la superficie.

SECTOR 6.º

Arroyo de la Romera. En el terreno estratocristalino de su cuenca afloran areniscas y pizarras cargadas de carbonato de cobre asociado a piritita ferrocobrizada. No los hemos reconocido por no entrar estos minerales en el plan general de nuestro trabajo. Los afloramientos en cuestión no prometen gran cosa.

TÉRMINO DE BENALMÁDENA

SECTOR 1.º

Existen en este término y en la vertiente Sur de *Sierra de Mijas* algunas bolsadas de una hematita parda muy rica, que arman en la dolomía cristalina. Algunas de ellas se han explotado fraudulentamente.

Citamos estos criaderos por las mismas razones que los de Alpandeire.

TERMINO DE CARRATRACA

La importancia de este término era grande para nosotros, porque en él radican la mayor parte de los minerales de níquel de la Serranía. Por esto, a pesar de ser de reducida extensión superficial, lo hemos dividido en cuatro sectores, aplicando a ellos los dos métodos de reconocimiento: el de las cuadrillas y el del lavado de arenas.

SECTOR 1.º

Comprende este sector el partido de Los Jarales, en el que, como hemos dicho, radican las antiguas explotaciones de níquel. También se han explotado algunas de las de la *Sierra de Aguas*, pero en menor escala que las de Los Jarales.

Este sector lo hemos limitado: al Norte, por el *Regajo de Caldereros*; al Sur, por el término de Casarabonela; al Este, por el *Arroyo o Río de las Cañas*; y al Oeste, por los términos de Casarabonela y Ardales. En este sector era inútil practicar calicatas y

trincheras, porque en él hasta los más insignificantes afloramientos habían sido reconocidos. Lo que sí procedía era rehacer algunas de las labores antiguas para tratar de llegar al mineral *in situ*. Se empezó por el pozo que hay en la cumbre de Los Jarales, a pocos metros del Camino de Carratraca a Casarabonela, que es el único que todavía se conserva en la localidad. Se limpiaron en lo posible su fondo y una de las galerías medio derruidas que parten de él, encontrando a poco trecho una travesía o *caña* de ocho metros de longitud, en cuyo frente se encontró kupferníquel rico, pues su análisis dió 18 por 100 de níquel metálico.

La cantidad de escombros acumulados en el fondo del pozo es muy grande, y por esto ignoramos si concurren a él otras labores además de la galería reconocida en parte. Las paredes del pozo se conservan bastante bien, a pesar de no estar fortificadas, y es seguro que si así conviniese, dicho pozo se podría utilizar para la explotación futura limpiándolo y fortificándolo. Su relativamente buena conservación después de tantos años es una buena prueba de la resistencia del terreno en el alto de Los Jarales, y si todo el resto de él fuera lo mismo, el problema de las labores futuras se facilitaría no poco.

En la vertiente NE. del cerro de Los Jarales se ven las bocas de siete galerías, todas dirigidas al Oeste. Es posible que haya algunas otras cuyas bocas estén ocultas por las escombreras, que allí son muy grandes y ocupan una superficie extensa. La más alta de estas galerías se abre 22 metros por debajo del puerto de Los Jarales, y la inferior de todas está a cuatro metros por encima del cauce del *arroyo del Escribano*. Las demás están repartidas a diversas alturas entre estas dos y no parecen guardar relación unas con otras, sino corresponder a campos de labores independientes.

Hemos rehecho la que está más próxima al *arroyo del Moro*, practicando una labor de conquista peligrosa y cara, por lo cual la redujimos a una *caña* o galería pequeña con la sección estrictamente precisa para dar paso a un hombre. A los 26 metros de recorrido encontramos una galería transversal, que debió estar

toda ella practicada en miñeral, a juzgar por los restos de él que hay todavía en sus paredes. Esta travesía termina en estéril a los catorce metros de la galería principal; pero habiendo limpiado bien su frente, se vieron en él dos regueros paralelos de kupferníquel, distantes 30 centímetros, y con el espacio entre ellos relleno de esa mezcla de cromita, mineral de níquel y serpentina descompuesta que en los afloramientos superficiales indica la unión de una bolsada con la inmediata. Esto, y la dirección NE. de esta travesía, confirma una vez más que el régimen de estos criaderos es el mismo en profundidad que en la superficie, lo cual está de acuerdo con los asertos de Alvarez de Linera y con nuestra propias observaciones.

Hemos tratado de rehacer otras dos galerías y de continuar la conquista de la primera, pero nos encontramos con un terreno tan falso y tan removido que hubimos de desistir de nuestro propósito por temor a accidentes y también porque ya habíamos conseguido el fin principal que nos proponíamos conseguir, que era el de obtener algunos datos sobre el régimen de los criaderos en profundidad, ver lo que distaban de la superficie las primeras bolsadas y procurarnos algunas muestras recogidas *in situ*.

Otro dato a tener en cuenta en el paraje de Los Jarales es la magnitud y la composición de las escombreras procedentes de las labores antiguas, de cuyas escombreras hemos hecho mención varias veces. Son muy numerosas, y en su conjunto arrojan un volumen considerable. Empiezan a corta distancia de la cumbre, estando situada la primera de ellas al lado de unas ruinas que se dice son las de la *casa de las minas*. Sigue habiéndolas en toda la vertiente NE. del cerro, y la más baja de ellas está junto a otras ruinas de edificios que hay a pocos metros sobre el *arroyo del Escribano* y cerca de la bocamina ya mencionada.

Hemos removido estas escombreras para estudiar su composición, y hemos visto que iban a parar a ellas, no sólo los estériles de las minas, sino también los minerales pobres y los desperdicios del mondado a mano que se hacía en los ricos. Por el análisis de varios trozos de mineral hemos llegado a pensar que los que ex-

plotaron aquellas minas consideraban como pobres a los minerales que contenían 5 por 100 y menos de níquel metálico. Se encuentra también en las escombreras una proporción grande de pedazos de serpentina con mineral rico adherido a ellos, los cuales suponemos son los desechos de monda. Por último, al lado de los muros inclinados descritos antes, y que hemos supuesto servirían de apoyo a cribas, hay escombreras formadas por granos uniformes, de cosa de un centímetro de diámetro, gran parte de los cuales contienen trocitos de mineral rico, habiendo muchos también con mineral de cuatro a cinco por 100 de níquel.

Hemos prestado especial atención a estas escombreras. Empezamos por lavar con bateas de mano unos 50 kilogramos de escombros de cada una de ellas, tomando las muestras con las debidas precauciones para que representasen lo más exactamente posible la composición media de cada escombrera. El resultado de este primer ensayo fué tan favorable, que nos animamos a hacer otro en mayor escala, para lo cual instalamos en el arroyo mismo un pequeño *sluice* provisional que permitía lavar unos 400 kilogramos diarios. Resultó que los concentrados de este *sluice* equivalían aproximadamente al tercio del peso del mineral tratado y que su análisis daba una ley que oscilaba entre el 15 y el 18 por 100 de níquel, lo cual correspondía con lo que ya había mostrado el lavado en la batea.

Como estas escombreras están repartidas en un área de unos cuatro kilómetros cuadrados y sobre un terreno muy accidentado, y habiendo ocurrido además hundimientos en muchos sitios, no es fácil hacer de ellas una cubicación exacta. Sin embargo, después de un recorrido minucioso y de haber practicado varias calas que atraviesan las escombreras, no nos parece aventurado evaluar la cantidad de escombros que en total hay allí depositada en unas 10.000 toneladas y suponiendo, lo que nos parece bastante probable, que la riqueza de las partes profundas de las escombreras no ha de ser inferior a la de las superficiales, resulta que hay allí una cantidad no despreciable de mineral de níquel, que se podría aprovechar lavando los escombros en aparatos adecuados;

para cuyo lavado hay, por cierto, agua abundante en el arroyo del Escribano y en el de las Cañas, en el cual desemboca el primero. Hay también otras condiciones favorables, como la pendiente del terreno, la proximidad de los arroyos a las escombreras, y la no exagerada velocidad del agua en aquéllos, que contribuirían a facilitar la operación del lavado. No nos parece, por todo esto, aventurado suponer que se podrían extraer de aquellas escombreras en condiciones económicas de 2.000 a 2.500 toneladas de mineral aprovechable, con ley del 15 al 18 por 100 de níquel metálico.

SECTOR 2.º

Comprende este sector la parte Norte del término situada entre el *Regajo de Caldereros*; la *Glorieta de Carratraca*; el *Arroyo de las Cañas* y el término de Ardales. El reconocimiento de él se ha hecho empezando por el lavado de las arenas del arroyo de las Cañas y subiendo aguas arriba por él para ir localizando la procedencia del mineral de níquel que se vió contenían estas arenas. Quedó así circunscrita el área níquelífera a la cuenca del pequeño arroyo llamado *del Colmenar*, cuyas dos vertientes se reconocieron por cuadrillas.

Es de notar que en toda esta cuenca está recubierta la roca eruptiva por un manto numulítico que en el borde Sur de la *Hoya de Carratraca* está en contacto con aquélla. Sin embargo, las arenas del arroyo del Colmenar contienen níquel, y lo contienen en proporción bastante grande, siendo las únicas del sector en que tal sucede. A pesar de esta favorable indicación, no se ha encontrado afloramiento alguno de mineral de níquel en la cuenca de dicho arroyo; hecho excepcional que sólo en él ha ocurrido y que se puede explicar quizás porque en esta parte del sector las rocas numulíticas, que son areniscas deleznable, estén cargadas de detritus níquelíferos procedentes de la masa eruptiva de Sierra de Aguas, cuyos detritus hayan venido a formar uno de tantos elementos de la roca.

SECTOR 3.º

Comprende desde la *Glorieta de Carratraca* al *Cerro de Bellacos*, y está limitado al Sur por el *Arroyo de los Pradillos*. Esta superficie, de forma triangular, abarca parte de la vertiente N. NE. de sierra de Aguas.

Cuenca superior del arroyo de Farranque. En su vertiente SE., y a unos 250 metros del término de Ardales, en dirección N. NE., hay un afloramiento de cromita mezclada con mineral de níquel que mide ocho metros de anchura y 20 de longitud, terminando en serpentina descompuesta por sus dos extremos. Este afloramiento resulta alineado en dirección S. SO. con los del puerto de Los Jarales.

Arroyo de los Pradillos. En sus dos vertientes se ven escombrecas que prueban se han hecho allí algunos reconocimientos hace años. Hay cinco de cierta importancia, y registradas por nosotros ha resultado que apenas contenían mineral de níquel. Esto lo había anticipado ya el lavado de las arenas de este arroyo, las cuales sólo contenían trazas de mineral de níquel. En cambio, contienen proporción notable de él las del *arroyo de Farranque*, antes y después de su confluencia con el de los *Pradillos*.

Debemos llamar la atención sobre la enorme cantidad de granates (Almandina) que contienen las arenas de este arroyo de *Farranque* en todo el recorrido de éste, así como el de las *Cañas*, aguas abajo de la desembocadura en el del anterior. Hay playas en estos arroyos formadas casi exclusivamente por granates pequeños, y de ellas se podrían extraer fácilmente algunas toneladas de este mineral. Este granate procede de los *gneises* del estratocristalino en contacto con la serpentina de la vertiente Norte de Sierra de Aguas.

En la *Hoya de Baena* existen también dos escombreras pequeñas, de las cuales la más al Norte contiene cierta proporción de mineral de níquel. Las dos calicatas y una trinchera que hemos hecho por debajo de ellas no han dado mineral. No merecía la pena hacer allí una galería, dada la pobreza de los indicios superficiales.

SECTOR 4.º

Desde el arroyo de los *Pradillos* al de las *Cañas*. Limitado al Este por los términos de Ardales y Casarabonela, que interceden con el de Alora en la cumbre del *cerro de Bellacos*. Por el Oeste queda limitado por los sectores 1.º y 2.º

En las vertientes oriental y meridional del cerro de *Bellacos* hay también restos de labores antiguas acusados por escombrecas. Estas labores debieron ser trincheras ó galerías pequeñas, y sus escombros no acusan níquel en las proximidades a la cumbre del cerro, pero en cambio sí lo acusan cerca de su base Sur y también en dirección Este, ya dentro del término de Alora, adonde se encuentran los afloramientos ya mencionados.

Dentro de este sector merecen citarse dos de aquéllos con 10 metros de longitud y dos a tres de anchura que hay en la cuenca del *Arroyo de las Vacas*. Están muy próximos uno a otro, y dos trincheras practicadas en ellos muestran su unión en profundidad y una mineralización bastante mayor que la de la superficie. En ellos empieza a verse la cromita asociada al kupferniquel y a la garnierita. La proporción de aquélla va aumentando a medida que se penetra en el término de Alora en dirección Oeste a Este.

TÉRMINO DE CASARABONELA

SECTOR 3.º

El límite entre los términos de Casarabonela y Carratraca pasa por Los Jarales y muy cerca de las labores antiguas de las minas de níquel. Aun cuando no hemos visto afloramientos propiamente tales en el término de Casarabonela, los reconocimientos hechos en este sector inducen a pensar que la inclinación de la masa eruptiva allí hace penetrar a ésta debajo de los terrenos estratocristalino y cambriano, cuyo contacto está también muy próximo a Los Jarales.

Estando allí muy mineralizadas las peridotitas, la circunstancia anterior se debe tener en cuenta al trazar los límites de la superficie, que, a nuestro juicio, se debe reservar el Estado.

SECTOR 6.º

Comprende a la *Sierra de La Robla*, manchón peridótico que el Sr. Orueta en su libro supone en relación de continuidad con *Sierra de Aguas* y con la masa eruptiva principal.

Es digno de notarse que en esta sierra no haya afloramientos de minerales de níquel, y que los que hay de cromita sean insignificantes. Lo primero prueba que la zona mineralizada de Los Jarales no llega a la Sierra de La Robla, cosa que también se debe tener en cuenta al fijar los límites de la zona a reservar.

Conviene mencionar a unos yacimientos de *limonita* que hay en la *Sierra de Gíbalgava* (cambriano), que por su importancia pudieran ser, tal vez, objeto de beneficio. Nos han dicho en La Pizarra que hace años se cargaron para Málaga algunos vagones de este mineral. Como no forma parte de los comprendidos en nuestra misión, no hemos hecho labores en ellos.

TERMINO DE CASARES

SECTOR 5.º

Vertiente occidental de Los Reales.—En la divisoria entre la *Garganta de los Azores* y la *Garganta de la Cuesta*, y a 160 metros al Oeste del extremo del *Pinsapal Grande*, hay un afloramiento de cromita de forma casi circular y de unos 16 metros de diámetro. El mineral es de color rojizo y de textura laminar, característica de casi todas las cromitas de este extremo de la masa eruptiva principal. Esta bolsada está casi tocando a un afloramiento de piroxenitas, que parece ser un filón de estas rocas. Calicatas hechas en esta bolsada muestran que a poca profundidad el mineral es muy compacto y que la masa se ensancha, llegando a estar en contacto con el referido filón.

Vertiente NO. de Los Reales.—En la cuenca superior del *Arroyo de Fuente Santa*, y a unos 200 metros al SE. de la *Senda de la Gloria*, hay dos afloramientos de cromita mal determinados, y en los que el mineral está muy cargado de olivino y piroxeno.

Una trinchera hecha ocho metros por debajo de ellos muestra que se unen. La calidad del mineral es la misma que en la superficie.

SECTOR 6.º

En la cuenca superior de la *Garganta del Infierno*, y próximo a la divisoria entre esta garganta y la de *La Acedía*, se presentan manchas grandes de cromita en una superficie de forma elíptica, cuyo eje está alargado de NE. a SO., y tiene una longitud de unos 100 metros. La cromita es semejante en su aspecto a la de *Fuente Santa*. El estar este manchón en una llanada de poca pendiente ha impedido ejecutar calicatas o trincheras que allí hubieran resultado poco eficaces. Es posible, y hasta bastante probable, que suceda en este manchón lo que en los demás afloramientos de cromita de esta sierra; que los pequeños afloramientos se reúnan en profundidad formando una masa única. Dada la similitud de composición, cabe suponer que este yacimiento está ligado, o, por lo menos relacionado de algún modo, con el de *Fuente Santa*, que aflora al lado opuesto de la cumbre de Los Reales, y aproximadamente a la misma altura que el de la *Garganta del Infierno*.

TÉRMINO DE COÍN

SECTOR 3.º

Este sector está contiguo al 4.º de Alhaurín el Grande, y comprende a gran parte de los *Llanos de la Plata*. Hemos encontrado en él dos afloramientos de una cromita muy pura, de color gris, tan oscuro, que parece negro. Estos afloramientos afectan más bien la forma de un filón que la de una bolsada. Al más importante de ellos lo hemos podido seguir en un recorrido de 200 metros, con espesores variables entre metro y medio y pocos centímetros. Radica muy cerca del contacto entre el estratocristalino, representado aquí por los gneises del tramo medio y las peridotitas de la vertiente Norte del *Cerro del Águila* (Alpujata), a cosa de 400 metros al N. NE. del nacimiento del río llamado *Alaminos* en el mapa del Instituto Geográfico y Estadístico.

En todo el borde del contacto de las peridotitas de la *Sierra de la Alpujata* con los gneises y dolomías del estratocristalino hay afloramientos de cromita. Hemos reconocido a algunos de ellos por calicatas, y en dos hemos practicado trincheras. El mineral ofrece los mismos caracteres que en la superficie, porque la mucha compacidad de esta variedad de cromita impide que la resquebrajen los agentes atmosféricos y que se cargue de impurezas. No hemos considerado necesario intensificar más aquí nuestro reconocimiento por las razones ya expuestas; pero la zona de que nos estamos ocupando es de las que, en nuestra opinión, ofrecen más porvenir en cuanto a cromo.

TÉRMINO DE ESTEPONA

SECTOR 1.º

Cañada del Infierno.—Sur de la cuenca (la parte Norte de ella está en término de Casares). Un afloramiento casi circular de magnetita rica (57 por 100 de hierro) y bastante pura. Otros, algo más pequeños, a 800 metros al SE. del *Puerto de los Guardas* y en *Arroyo Santo*. En los tres se han hecho calicatas pequeñas, con el único fin de cerciorarse de que no se trataba de un manchón superficial.

El resultado ha sido satisfactorio. Las rocas de la caja son idénticas a las de la mina *San Manuel*, de *Estepona*.

SECTOR 2.º

Casa de Clavijo.—En esta finca existe una bocamina con su escombrera, que corresponde a una mina de magnetita explotada hace cosa de cincuenta años por una Compañía inglesa. No la hemos reconocido, pero los trozos pequeños de mineral recogidos en la escombrera son iguales en composición a los de la citada mina de *San Manuel*.

En el *Puerto del Lentisco*, de este sector, está el afloramiento de scheelita mencionado antes.

SECTOR 5.º

En la subida a *El Porrejón*, por su falda Sur, y hacia la mitad de ella, hay otros dos afloramientos de magnetita iguales o muy semejantes a los de la *Cañada del Infierno*. Se han reconocido como éstos y con el mismo resultado.

También hay afloramientos de este mineral, aunque más pequeños, en la base del *Cerro de Nicola*. Uno de ellos contiene algo de cromita.

La presencia de la magnetita parece ser el carácter predominante en la vertiente meridional de este extremo de *Sierra Bermeja*, comprendido entre el *Puerto de la Laguna* y *Los Reales*. La cromita parece localizarse, en cambio, en la falda Norte, como hemos visto y como veremos a continuación en el término de Genalguacil.

TÉRMINO DE GENALGUACIL

SECTOR 1.º

Cañada del Algarrobo. A 550 metros aguas arriba de la desembocadura del *Arroyo de las Minas*, en esta cañada, hay un buen afloramiento de cromita, y en la base de él una bocamina cegada, cuya escombrera demuestra se hizo allí en un tiempo una labor de importancia. La cromita de este yacimiento, según hemos podido juzgar por trozos de ella recogidos en la escombrera, es de color pardo rojizo oscuro, de textura laminar y muy rica, porque en ninguno de los ejemplares analizados baja la ley en Cr^2O^3 del 52 por 100 y llega en algunos al 53. El diámetro del afloramiento, medido por las señales que de él quedan en el terreno, es de unos 25 metros.

Hubiera sido interesante reconocer por medio de labores tanto este yacimiento como el del *Arroyo de las Minas*, de que ahora nos ocuparemos; pero no lo hemos podido hacer porque uno y otro están situados a pocos metros por encima del nivel de los respectivos valles y el reconocimiento hubiera exigido un pozo y un material de perforación y desagüe de que no disponíamos.

En el *Puerto de Robledalillo*, y en la bajada de la *Cuesta de la Gloria*, a unos 800 metros de su arranque Norte, hay dos afloramientos de cuatro y seis metros de diámetro, respectivamente, del mismo mineral que el de la *Cañada del Algarrobo*. En ambos se han practicado trincheras que muestran que el mineral sigue en profundidad con notable constancia.

SECTOR 3.º

En la vertiente Sur del *Arroyo de las Minas*, y a unos 300 metros de su desembocadura, en la *Cañada del Algarrobo*, hay otro afloramiento semejante al de esta última por sus dimensiones, y también existen en él una bocamina y una escombrera grande. En ésta hemos escogido mineral de dos clases: una cromita idéntica a la de la *Cañada del Algarrobo* y un hierro cromado con 6 a 7 por 100 de sesquióxido de cromo. Ya hemos dicho las causas que nos han impedido reconocer este yacimiento en profundidad. Tratamos de rehacer la galería, pero nos encontramos un terreno tan falso, que hubimos de renunciar a ello por el peligro que ofrecía una labor de conquista allí, labor que, además, hubiera costado muy cara.

Indicios de cromita como los anteriores se encuentran en los extremos septentrionales del *Pinsapal Grande* y *Pinsapal Chico*.

SECTOR 4.º

En todo él hay indicios de cromita laminar rica y hemos visto afloramientos de ella de 0,50 a 1 metros de diámetro en los parajes siguientes: *Puerto de la Mojeda*, vertientes Norte y Sur al río *Almarchal*; bases de los cerros *Porrejón* y *Nicola*, del lado Norte y NO.; *Puerto del Estercal*, y *Majada Honda*.

Indican estos afloramientos y las labores ya citadas que la vertiente Norte de este extremo de *Sierra Bermeja* se caracteriza por la presencia en ella de minerales de cromo, así como la vertiente Sur contiene mucha magnetita. (Véase lo dicho en el término de Estepona.)

TERMINO DE IGUALEJA

SECTOR 1.º

En el paraje llamado *Algarca* y en sus alrededores, entre dicho paraje y el *Puerto del Monte*, y en la subida desde *Fila* al *Encinarejo* (*Sierra Palmitera*) aparecen algunos afloramientos de magnetita, de los cuales el más importante es uno situado a 400 metros al NO. de la cúspide del *Encinarejo*. Mide este afloramiento ocho metros de longitud por tres de anchura y parece prolongarse por otros más pequeños en dirección SO. a NE. Dos calicatas y una trinchera practicadas en él han dado la evidencia de su continuación en profundidad, y el mineral extraído de ellas no da menos del 60 por 100 de hierro metálico, pareciéndose mucho en su aspecto al del *Puerto del Robledal*, de cuyos criaderos nos parece son prolongación los de la *Sierra de Igualeja*.

SECTOR 3.º

En el *Castañar de la Sierra*, y en el extremo oriental de *Haldon*, se repiten los afloramientos análogos a los anteriores y orientados sobre una línea paralela a la de aquéllos. Ninguno es de dimensiones suficientes para justificar labores de reconocimiento, las cuales, por otra parte, no era necesario hacerlas en estos criaderos de magnetita, por tener ya asegurada con creces la cantidad que de este mineral pudiera necesitar el Estado, si es que necesita alguna, cosa que dependerá del procedimiento metalúrgico que adopte para obtener a los ferros.

Los criaderos de magnetita del *Puerto del Robledal* están situados en parte en este término y en parte en las de Parauta, Istán y Benahavís. Si del importante reconocimiento que de ellos se estaba haciendo por una compañía alemana resultasen datos favorables, como todo induce a esperar, estas minas solas darían magnetita suficiente para abastecer de ella a todas las industrias militares españolas, por grandes que fuesen sus necesidades. No hace falta describir aquí estos criaderos ni tal descripción forma

parte del objeto de este informe, pero tanto esta descripción como otros datos concernientes al *Robledal* se pueden ver en la obra citada del Sr. Orueta, páginas 532 a 534.

TÉRMINO DE ISTAN

SECTOR 1.º

Los criaderos más caracterizados de hierro cromado que hemos encontrado en la Serranía radican en este sector. Precisando más, radican en la cuenca superior del río llamado *Hoyo del Bote*, comprendida desde su nacimiento en el *Puerto de la Refriega* hasta el paraje *El Corchadillo*.

En toda esta área afloran indicios de hierro cromado, los cuales se formalizan en bolsadas de bastante importancia en el *Puerto de los Gabeles*, *Hoya de los Gabeles* y *Majada de los Cardos*.

Cinco afloramientos importantes hay en estos parajes. La distancia máxima entre uno y otro es de 200 metros, por lo cual parece probable estén relacionados en profundidad. Los cinco han sido reconocidos por calicatas y trincheras, y en el de la *Hoya de los Gabeles* se ha hecho además una pequeña galería siguiendo la emboquilladura de otra hecha hace años por un minero del país, según nos han dicho. Esta galería ha cortado al mineral 10 metros por debajo de su afloramiento, y tanto ella como las demás labores han dado resultados satisfactorios, pues la mineralización que muestran es grande y el mineral gana en riqueza.

Este mineral es una magnetita rica en cromo. La ley en sesquióxido de cromo oscila entre 7 y 10 por 100, y la de hierro metálico, entre 56 y 60 por 100. El mineral es muy duro, compacto, de grano fino y de color gris oscuro, casi negro. Tiene menos brillo metálico que la magnetita pura.

SECTOR 4.º

Contiene también afloramientos de hierro cromado, pero menores que los anteriores y mucho más separados unos de otros. Son dignos de mencionarse los de *Alamedilla Blanca* y la ver-

tiente occidental de *Sierra del Real*, a 400 metros de río Verde. Cerca de éstos, en el paraje llamado *Loma de las Minas*, hay un pequeño afloramiento de grafito.

TÉRMINO DE JUBRIQUE

SECTOR 4.º

En el *Puerto del Chaparral* y en la bajada desde él al del *Estercal* hemos visto algunos afloramientos de magnetita de poca importancia. Es lo único que hemos encontrado en este término.

TERMINO DE MARBELLA

SECTOR 1.º

Existen en este sector bastantes indicios de cromita y tres afloramientos de ella que merecen citarse porque miden de cuatro a ocho metros de diámetro, y las calicatas hechas en ellos dan buenas indicaciones. Están situados en la *Cañada del Tajo de Juan Benítez*, en el *Chumbal de Puerto Rico* y en el *Puertecillo de Puerto Rico*.

Cerca de estos parajes, en el *Puerto del Acebuche*, hay un pequeño afloramiento de magnetita con 3 por 100 de cromo.

SECTOR 3.º

Han aparecido pequeñas manchas de cromita en la *Cañada del Humo* y en el *Cerezal*. El mineral es puro, de la variedad compacta de color gris, y su contacto con la roca es muy limpio. No se han reconocido con labores estos manchoncillos.

En el paraje llamado *Fuentezuela*, de la cuenca del río Real, y muy próximo ya al término de Ojén, hemos encontrado un pequeño afloramiento de níquel que es el más septentrional dentro del término de Marbella. Pertenece a la banda niquelífera que comienza en este término y llega hasta la cuenca inferior del río Real, comprendida en el sector 5.º del término de Marbella.

SECTOR 4.º

Está comprendida en él la mina de magnetita *El Peñoncillo*, que se viene explotando desde el primer tercio del siglo XIX, primero por la casa de Heredia y después por una Compañía inglesa; mina que ha sido descripta por el Sr. Orueta en su obra citada, páginas 524 y siguientes. Los alrededores de esta mina han sido minuciosamente reconocidos por los que la explotan, y por esto, y por estar abarcado casi todo este sector por las pertenencias de dicha mina, hemos juzgado inútil reconocerlos nosotros.

SECTOR 5.º

En este sector están comprendidos todos los afloramientos de níquel del término de Marbella, con excepción del de *Fuentezuela*, citado antes, que lo está en el sector 3.º, pero que pertenece también a la cuenca del río Real, sucediendo otro tanto con los parajes del término de Ojén, en los que aflora el mineral de níquel. Para no incurrir en repeticiones, vamos a consignar aquí los resultados obtenidos en cuanto a níquel en esta cuenca, que es la única en que afloran estos minerales en la parte SE. de la Serranía, pues los pequeños indicios que de este mineral hay en la de río Verde no merecen mención.

Todos los afloramientos de mineral de níquel de esta región están comprendidos dentro de una banda que mide aproximadamente seis kilómetros de longitud por dos y medio a tres de anchura. Esta banda está orientada de N. NO. a S. SE., o sea en dirección casi perpendicular a la banda de *Los Jarales-Sierra de Aguas*, con la cual ofrece además otras notables diferencias. La que más resalta es la de los terrenos en que arman los minerales. En la banda de los *Jarales* arman invariablemente en peridotitas, y no hemos visto yacimientos fuera de estas rocas; en la de *Marbella-Ojén* sólo hay en peridotitas un afloramiento que radica en el extremo SO. de la Sierra de la *Alpujata*. Los demás lo hacen en el terreno estratocristalino que bordea a la base Sur de dicha sierra, o en el cambriano que se interpone entre aquél y el mar. Una faja de

terreno triásico cortada por río Real, orientada de O. NO. a E. SE., y que interrumpe la continuidad del cambriano, ofrece cierta relación con los minerales de níquel, porque éstos parecen abundar más en las proximidades de dicha faja, si bien esta relación puede ser tan sólo aparente.

Todos los minerales de níquel que hemos encontrado en esta banda son sulfurosos y más o menos arsenicales, perteneciendo todos ellos al tipo del kupferníquel. No hemos encontrado garnierita en la región, así como tampoco la asociación del níquel con la cromita, tan frecuente en la Sierra de Aguas. Los minerales son en su conjunto más pobres en níquel que los de allí, pues si bien hemos encontrado dentro de las masas algunas aglomeraciones cuya ley llega a 17 por 100, el promedio de ésta no excede del 12 por 100.

El mineral arma en los gneises granatíferos más o menos descompuestos del terreno estratocristalino y en las pizarras y arcosas del cambriano. El examen de los afloramientos, el de las calicatas y trincheras y el de los frentes y paredes de algunas galerías rehechas, así como los de las practicadas de nuevo, muestra con notable invariabilidad un tránsito insensible entre la roca estéril y la que ya se puede llamar mineralizada. Entre una y otra se encuentran siempre rocas cada vez más cargadas de kupferníquel, y estas rocas de tránsito miden a veces bastantes metros de espesor. Esto da idea de una impregnación lenta que contrasta con la de una segregación magmática que sugieren las bolsadas de *Los Jarales-Sierra de Aguas*.

Es un hecho constante que, tanto las rocas de la caja como las que hay a su alrededor más o menos impregnadas de níquel, estén extraordinariamente descompuestas y convertidas a veces en una tierra poco coherente. Esto y las rocas de tránsito que acompañan al mineral propiamente dicho hace muy difícil determinar adónde empieza y adónde concluye éste, y, como consecuencia, cuáles son las verdaderas dimensiones del yacimiento.

La forma de los afloramientos es muy varia. Los hay alargados a modo de filones con la dirección del alargamiento formando

ángulo con la de la estratificación del terreno. Los hay también paralelos a ésta a modo de filones-capas (1). Por último, existen también algunos de forma elíptica poco alargada.

Los parajes en que hemos encontrado los yacimientos más importantes son: En el término de Ojén, el *Cerrillo de la Abadesa*, *Puerto del Túnel*, *Loma de la Abadesa*, *Fuente Santa*, *Alcornoque Santo*, y la parte de la cuenca oriental de río Real situada entre 300 y 500 metros de la intersección del término de Marbella con el de Ojén. Los parajes en el término de Marbella, son: *Fuentezuela*, ya citado, *Alameda Alta*, *Loma de la Gallega*, y extremo Sur del cerro *Corbachina*.

Hemos practicado calicatas en todos estos puntos y el resultado ha sido constantemente el mismo. El mineral sigue en profundidad en igual proporción que en la superficie, y el yacimiento aumenta ligeramente de tamaño, porque las rocas que lo rodean están menos alteradas. La ley media parece también aumentar, aun cuando esto no es categórico, debido a las mismas razones antes expuestas.

En la *Loma de la Abadesa* hemos practicado dos calicatas y dos cañas en otros tantos yacimientos; una de las últimas a ocho metros por debajo del afloramiento y la otra a 13 metros. Las dos han cortado al mineral, sin gran diferencia en sus caracteres y en su relación con las rocas de la caja que los que ofrecía su afloramiento superficial. Pero tanto estas galerías como cuatro trincheras hechas en *La Gallega*, como las numerosas calicatas practicadas, prueban, al menos, la continuidad en profundidad.

Hay en la región restos de labores antiguas, como son cuatro escombreras en la vertiente oriental de río Real y una galería hundida en el mismo paraje, que hemos rehecho en parte, hasta encontrar en sus paredes indicios ciertos de haber llegado a la masa

(1) Hacemos estas afirmaciones con cierta reserva, porque tanto los gneises como las pizarras cambrianas poseen dos sistemas muy marcados de diaclasas y están además plegados en dos direcciones, lo cual, unido a la descomposición de las rocas, dificulta en extremo saber cuál es el sentido verdadero de la estratificación.

de mineral. Por cierto que la ley en níquel de las muestras allí recogidas no ha excedido del 10 por 100.

En esta región hemos aplicado también el procedimiento de reconocer por el lavado de arenas en batea, hecho en la zona de Carratraca. Como ya hemos descrito este procedimiento, no necesitamos repetir aquí la manera como se lo pone en práctica.

TÉRMINO DE MIJAS

SECTOR 4.º

Existen en la *Sierra de Mijas* bastantes bolsadas de hematites roja y parda, que son iguales, y radican en la misma formación geológica que las de Benalmádena, inmediatas a ellas. Durante la guerra se han explotado algunas, enviándose el mineral, según nos han dicho, a los Altos Hornos de Málaga.

SECTOR 5.º

En él radican las canteras de esa roca, admirable por su belleza, que se llama en el país *Mármol de Almendrilla* (1). Estas canteras están situadas en el extremo Sur del pueblo de Mijas. Las hemos mencionado, así como a las bolsadas de hematites, para no omitir a ninguno de los productos minerales que se han puesto de manifiesto en nuestro reconocimiento o se conocían en la región antes de empezar éste.

TÉRMINO DE MONDA

SECTOR 4.º

En la vertiente N. NO. del *Cerro de Caballos*, a 200 metros del contacto entre las peridotitas y el terreno estratocristalino, se han encontrado dos afloramientos de cromita igual a la de Coín;

(1) Tanto esta roca como las demás ornamentales de la Serranía de Ronda han sido minuciosamente descritas por D. Enrique Rubio Sandoval en un trabajo hecho especialmente sobre ellas, que está inédito todavía.

pero reconocidas por trincheras, se ha visto que se estrechan mucho en profundidad. Esto es lo único digno de mención que ha aparecido en este término.

TÉRMINO DE OJÉN

SECTOR 1.º

En el paraje llamado *Corbachina*, y en su extremo NE., se ha encontrado un afloramiento circular de hierro cromado con 8 por 100 de sesquióxido de cromo, que mide 10,5 metros de diámetro. Se ha reconocido con buen resultado por medio de una trinchera abierta a 12 metros por debajo de la superficie.

SECTOR 2.º

Afloramientos poco importantes de cromita en la *Hoya del Tío Martín* y en *Cartamilla*.

SECTORES 3.º Y 4.º

En ellos están comprendidos los afloramientos de mineral de níquel que hemos descripto al ocuparnos del sector 5.º de Marbella.

En *Buenavista* y *Carrillares* hay afloramientos poco importantes de magnetita.

Tanto en este sector como en toda la parte oriental del término de Ojén se han hecho bastantes reconocimientos por calicatas y algunos por galerías, en busca de magnetita. Los han practicado los ingenieros de la sociedad inglesa que explota *El Peñoncillo*, uno de los cuales nos ha asegurado que en ninguno de ellos se han encontrado indicios suficientes para justificar una labor seria.

TÉRMINO DE TOLOX

SECTOR 4.º

Al E. SE. del pueblo y entre los arroyos de *Los Valles* y de *La Teja* hay un afloramiento importante de arenisca triásica, en cuya

roca hemos notado el olor a petróleo ya mencionado al tratar del término de Alozaina.

TÉRMINO DE YUNQUERA

SECTOR 6.º

También en él afloran areniscas triásicas con olor a petróleo. La manera más fácil de encontrar a estas rocas es seguir la vereda que conduce desde Casarabonela a Yunquera, atravesando a la *Sierra Prieta*, por la base de su vertiente Sur. Ya en término de Yunquera, corta esta vereda a un manchón triásico, cuyas rocas huelen bastante a petróleo.

Tales son los reconocimientos hechos. Hemos suprimido de la lista a los términos municipales y a los sectores en los que no se han encontrado yacimientos aprovechables, habiendo mencionado, sin embargo, a todos aquellos que ofrecen alguna probabilidad de serlo, porque hemos preferido pecar de prolijos que de lo contrario.

Vamos a discutir ahora la aplicación de lo encontrado al objeto que se perseguía con este reconocimiento.

Aspecto económico.

Repetiremos una vez más que uno de los principales fines que se perseguían con este reconocimiento era saber si en la Serranía de Ronda existían cromo y níquel en cantidad suficiente para abastecer de ellos a las industrias militares de España, librándolas de depender del extranjero, como ahora dependen. El problema, así planteado, tiene dos términos: uno es averiguar la cantidad de cromo y níquel existente en la región; el otro es saber qué cantidad de uno y otro metal consumen actualmente las industrias militares españolas y estimar, con la aproximación posible, cuánto pueden consumir en el porvenir cuando hayan adquirido más des-

arrollo. Acabamos de ver cuáles son los resultados del reconocimiento, los cuales nos permiten evaluar con bastante aproximación la cantidad de cromo y níquel a que se puede aspirar; es decir, que tenemos resuelto el primer término del problema. Nos falta ahora resolver el segundo, o sea averiguar cuál es el consumo actual de las fábricas militares.

Esto, que a primera vista parece un dato muy fácil de obtener, ha sido, por el contrario, difícilísimo procurárnoslo, y, a pesar de cuanto hemos hecho para ello, no tenemos seguridad completa de que sean exactas las cifras que damos.

Acudimos, en primer lugar, a la fábrica de Artillería de Trubia y a la de armas de Oviedo en demanda de la cantidad de ferrocromo y ferroníquel que importaban al año. No nos pudieron contestar con exactitud, porque para muchos de los efectos que allí elaboran importan ya hecha la parte principal. Por ejemplo, la envolvente de las balas Mauser, que es de bronce al níquel, viene del extranjero en forma de chapa, que sólo exige cortarla a medida y embutirla. Puertas de carros para artillería, que son de ferrocromo, se importan ya hechas o se importa la plancha gruesa de que se hacen. Sucede otro tanto con muchos efectos. De un modo aproximado nos dijeron que calculaban en unas 30 toneladas anuales la cantidad de níquel que consumían las fábricas españolas militares. Esta cifra se dedujo viendo la proporción de níquel que entra en cada una de las variedades de ferroníquel que se consumen.

Procediendo de manera análoga, se vino a deducir que el consumo de cromo debía ser algo menos de la mitad que el del níquel.

Acudimos después a la Dirección general de Aduanas, adonde nos dieron datos, al parecer, más precisos. Y decimos *al parecer* porque al dárnoslos nos hicieron la salvedad de que no respondían de su rigurosa exactitud, debido a que en el Arancel vigente (1912) hay bastante incertidumbre respecto a las partidas por las que se aforan estos productos. Así es, en efecto. Las palabras *cromo y ferrocromo y ferroníquel* no figuran en el citado Aran-

cel; el ferrocromo se afora por la partida 183, que dice: «Todos los demás metales comunes y sus aleaciones, sin labrar»; y el níquel y el ferroníquel se aforan por la 172, que dice: «Níquel y cobalto sin labrar.» En cuanto a la cromita, que también nos interesaba, se afora por la partida 242, titulada: «Los demás productos químicos no expresados», la cual comprende a un número crecido de productos, cosa que aumenta la incertidumbre.

El níquel y el ferroníquel introducidos en España con destino a las industrias militares ha sido de 27.532 kilogramos anuales en estos últimos cuatro años. Esta cifra resulta de tomar el promedio de lo introducido en cada uno de dichos años, y concuerda con el de los seis años anteriores a la guerra, por lo cual la tal cifra se puede considerar como buena. En cuanto al ferrocromo (cromo no se importa ni se usa en la práctica industrial), la cifra, obtenida de la misma manera que la del níquel, es de 16.274 kilogramos.

Resultaba, después de todo, que estas cifras eran próximamente las mismas que las obtenidas en las fábricas, y por esto, y también por no tener otras, las hemos tomado como base de nuestros cálculos, repitiendo, sin embargo, la salvedad hecha antes respecto de su certeza. Asignaremos, pues, 30 toneladas de níquel y 16 de ferrocromo al consumo anual de las fábricas militares españolas en estos últimos años. Para no equivocarnos, y teniendo en cuenta que estas cifras nos parecen bajas, hemos supuesto que las 30 toneladas son de níquel metálico. El cromo en este estado no se emplea en la industria, como ya hemos dicho, y sí en estado de ferros.

La cifra anual de cromita que se ha importado al año en España durante el período anterior a la guerra ha sido de 90.215 kilogramos, según la Dirección general de Aduanas. Esta cromita se consume, en su mayor parte, en las soleras de los hornos Martin-Siemens, y una pequeña parte en fabricación de productos químicos a base de cromo. Para nuestros cálculos hemos tomado la cifra de 100 toneladas.

Estas cifras, que no son grandes, simplifican bastante a nuestro problema. En el caso del cromo bastaría explotar al año 150

toneladas de cromita para abastecer ampliamente al mercado español entero; y en cuanto al níquel, que es el metal más importante para artillería, aun asignando al promedio de nuestros minerales una ley baja, como la del 14 (catorce) por 100, bastaría con arrancar 220 a 250 toneladas de mineral para obtener las 30 que necesitan las industrias militares.

Estas cifras nos relevan de la necesidad de hacer cubriciones exactas, y nos permiten asegurar que cualquiera de los grupos de criaderos reconocidos en la Serranía es capaz de darlas, y las daría también, aun en el supuesto de que, por habernos equivocado, las cifras de consumo resultasen ser dobles o triples de las consignadas. Aun sin habernos equivocado, si el consumo español militar aumentara en el porvenir y se duplicara o triplicara, cualquiera de los referidos grupos de yacimientos podría hacer frente a él.

Queda, pues, reducido el problema a estudiar la riqueza, situación geográfica, topografía y distribución de los criaderos en cada uno de estos grupos, para deducir cuál es el más adecuado a las necesidades de las industrias militares españolas y cuál el que permite una explotación más económica. Pero antes de exponer las deducciones a que nos ha conducido este estudio, conviene decir algo sobre la relativa abundancia de ambos metales en el mundo, sobre su valor actual y sobre su porvenir probable, datos todos que robustecerán nuestras conclusiones.

Empecemos por el cromo. La cromita, único mineral que de él se explota, abunda mucho en la Naturaleza. Los principales países productores de ella son: Rhodesia (África del Sur), Turquía, Grecia, Nueva Caledonia, Estados Unidos de América y Canadá. Esta abundancia trae como consecuencia que sólo tenga cuenta beneficiar a las cromitas ricas y que no se exploten las que contienen menos del 45 por 100 de sesquióxido de cromo. Entre esta ley y la del 55 por 100 están comprendidas cuantas se venden en el mercado.

El precio de la cromita rica antes de la guerra oscilaba entre 160 y 200 pesetas la tonelada, franco a bordo en cualquier puerto

español. Es cosa digna de consignarse que este precio no ha aumentado en proporción con los que han aumentado otras primeras materias durante los años de guerra, y esto a pesar de haberse cerrado o casi cerrado los mercados de Rhodesia, Grecia y Turquía y de haber aumentado enormemente el consumo de ferrocromo a causa del aumento en la fabricación de pertrechos de guerra. Este precio es en la actualidad de 40 a 42 dólares la tonelada franco a bordo en cualquier puerto del Atlántico de los Estados Unidos (1) para la cromita rica con 50 por 100 de ley de Cr² O³ como tipo. Antes de la guerra este precio era de 22 1/2 dólares.

Lo relativamente pequeño de esta alza se explica, porque la producción de cromita de los Estados Unidos y del Canadá ha aumentado en proporciones gigantescas durante la guerra, y esto ha traído consigo una reducción tan grande en el precio de coste, que ha bastado para compensar a los aumentos de la mano de obra y los de los demás factores que intervienen en el coste de explotación. Las siguientes cifras son la mejor demostración de lo que acabamos de decir.

La producción de los Estados Unidos y del Canadá ha sido:

	Toneladas.
En el año 1913.....	259
Idem id. 1914.....	724
Idem id. 1915.....	14.532
Idem id. 1916.....	53.834

Las aplicaciones del ferrocromo en artillería y balística no son tantas como las del ferroníquel. En la industria química se emplea el cromo para la obtención de cromatos y como auxiliar para la de otros productos. En siderurgia se usa la cromita para el revestimiento de los crisoles de los altos hornos y para las soleras de

(1) Al leer estos precios y las cifras que siguen en las cartas de nuestros amigos de América, nos pareció todo ello tan extraño, que deseamos verlo confirmado en algún documento oficial. En efecto; lo hemos visto en el *Bulletin of the American Institute of Mining Engineers*, número 131, correspondiente a noviembre de 1917.

los Martín Siemens; pero esta aplicación, que es una de las más importantes, se va reduciendo de día en día por la substitución de la cromita por ladrillos de magnesita que, aunque no son tan infusibles como aquélla, evitan el tener que reblandecer a la solera y facilitan bastante las reparaciones.

En España la industria química no está muy desarrollada todavía; las industrias militares podrán aumentar su consumo de ferrocromo, pero no en proporciones grandes; y en cuanto al revestimiento de hornos, la referida tendencia disminuirá, más bien que aumentará, el consumo de cromita. Todo esto permite asegurar una vez más que la Serranía de Ronda puede abastecer con creces al mercado español y continuar abasteciéndolo durante un período muy largo de tiempo.

Pasemos ahora al níquel. Sus minerales abundan mucho menos que los de cromo y su ley en metal es también menor. Recordemos que el kupferníquel y la garnierita, que son los minerales que más abundan, tienen leyes de 25 a 30 por 100 como máximo el primero, y de 14 a 24 por 100, también como máximo, el segundo. Los principales países productores son los Estados Unidos, Nueva Caledonia, Alemania, y algo, aunque poco, Noruega. Hace algún tiempo nos dicen se han descubierto criaderos en el Canadá. No tenemos aún datos de ellos, pero no parecen ser muy importantes.

Las aplicaciones industriales del níquel son numerosas y algunas de ellas muy importantes. Para nuestro objeto figuran en primer lugar las aleaciones del níquel y el acero, que se designan con el nombre genérico de *ferroníquel* (1), cuya proporción en níquel varía desde el 1 por 100 hasta el 50 por 100, siendo los más empleados en artillería los que contienen de 5 a 10 por 100 de dicho

(1) Esta designación no es apropiada, porque existen aleaciones de hierro, no acero, con el níquel, y para ellas se debía reservar el nombre de *ferroníquel*, llamando *aceros al níquel* o *aceros con níquel* a las del acero con este metal, máxime cuando la presencia del carbono en ellas altera sensiblemente sus propiedades. Aceptamos, sin embargo, la generalización de la frase, por hacerlo así todos los autores españoles y franceses.

metal, a más de proporciones variables de carbono y manganeso (1).

Las modernas industrias de automóviles, aeroplanos y motores ligeros consumen también cantidades importantes de ferroníquel. Por último, se debe tener presente que existen aleaciones de este metal, como las llamadas *bronce de níquel* (cobre y níquel), el *mailechort* (cobre, cinc y níquel) y el *argentón*, análogo a este último, así como la de níquel, plomo y antimonio, empleada en muchos casos para los caracteres de imprenta y otras varias, además que tienen bastantes aplicaciones industriales. También las tiene el níquel puro para la operación galvanoplástica del níquelado.

Es, pues, el níquel un metal difícil, o tal vez imposible de substituir en sus aplicaciones actuales, y se debe prever que éstas no han de tender a disminuir, sino más bien a aumentar, por lo cual los criaderos de mineral de níquel españoles deben ser objeto de preferente atención, no sólo por las aplicaciones del metal, sino también por la relativa escasez que de dichos criaderos hay en el mundo.

Debemos congratularnos de poseer en España yacimientos de níquel en la Serranía de Ronda y de que éstos sean de capacidad suficiente para cubrir las necesidades de las industrias militares españolas durante un período largo de tiempo. Pero tal cosa no ocurrirá, ni quedaría cumplido el fin que impulsó al Estado a hacer este reconocimiento, si dichos criaderos se entregasen a la industria particular para su beneficio, como se ha hecho con los de otros metales, que tal vez hubiera convenido más conservar explotándolos con cierta parsimonia.

Por esto, y por otras razones que vamos a exponer, creemos justificada la conclusión a que antes aludimos, y que es la siguiente:

«El Estado español se debe reservar en la Serranía de Ronda.

(1) Además del ferroníquel y acero al níquel se emplea en las fábricas militares una aleación de hierro colado y níquel (*nikofonte* de los franceses), que sirve principalmente para la fabricación de cilindros para laminar metales duros, entre otros, al mismo ferroníquel y al ferrocromo.

criaderos de minerales de cromo y níquel que tengan capacidad suficiente para abastecer a las industrias militares del níquel, ferrocromo y demás productos derivados de ambos metales durante un período largo de tiempo.»

Respecto a cuáles y a cuántos deben ser estos criaderos, la elección no nos parece dudosa después del detenido estudio que hemos hecho al efecto. Debe recaer, a juicio nuestro, en la zona *Los Jarales-Sierra de Aguas*, y está por las razones siguientes:

1.^a Porque los criaderos de níquel, que es el metal más importante, enclavados en esta región, son los más ricos y los más regulares de la Serranía.

2.^a Porque estando allí los minerales de níquel asociados a la cromita, la explotación de ambos puede ser simultánea, y, por consiguiente, más económica que si se explotasen criaderos separados de cromo y níquel.

3.^a Porque la cantidad de cromita reconocida allí es ampliamente suficiente para abastecer a las industrias militares españolas durante largo tiempo (1).

4.^a Porque los criaderos están distribuidos sobre un área relativamente reducida, lo cual se presta a una explotación ordenada, como la que debe hacer el Estado.

5.^a Porque la situación topográfica de *Los Jarales-Sierra de Aguas* es favorable por dos conceptos: el estratégico que exigen las fábricas militares, sobre el que luego insistiremos, y el relacionado con la importante cuestión de los transportes. En la actuali-

(1) Podrá extrañar que, al hablar de tiempo, no precisemos más. Depende esto de que nuestras labores de reconocimiento no han sido, ni podían ser, todo lo numerosas y extensas que hubiera necesitado la cubicación exacta de los criaderos. No ha hecho falta esto tampoco para poder asegurar, como aseguramos, que hay mineral suficiente para muchos años. Apremiar a estos años, no es fácil; pero en opinión nuestra, y con todas las reservas ya dichas antes, no nos parece exagerado decir que en la zona que proponemos se reserve el Estado hay minerales de cromo y níquel en cantidad suficiente para abastecer a las fábricas militares de España durante veinticinco años, por lo menos, aun en el supuesto de que el consumo actual aumente en la proporción ya dicha.

dad hay una carretera construida desde Alora a Carratraca, que atraviesa a la zona casi por su centro, además de bordearla por el Sur. Esta carretera mide 18 kilómetros desde Alora a Carratraca, y Alora es estación del ferrocarril de vía ancha de Córdoba a Málaga.

La zona que se debería reservar el Estado para que dentro de ella quedasen comprendidos los yacimientos de *Los Jarales-Sierra de Aguas* debería tener el perímetro siguiente:

El punto de partida es el centro del puente sobre el río Guadalhorce, en la carretera de Alora a Málaga, que está frente a la estación de Alora. Empezará la línea en dicho centro del puente, y seguirá remontando el curso del Guadalhorce por el centro de su cauce hasta la desembocadura en él del arroyo del Colmenar. Desde este punto se trazará una línea recta hasta el pueblo de Ardales (campanario de la iglesia). Desde aquí se trazará otra línea recta hasta el punto más alto de *El Tajo del Grajo* en la *Sierra del Caparain*. Desde este punto se trazará otra línea recta hasta el más alto de la *Sierra de La Robla*. Por último, desde aquí se trazará otra línea recta al centro del puente de Alora, o sea hasta el punto de partida, la cual cerrará al perímetro. La superficie limitada por este polígono mide aproximadamente 145 kilómetros cuadrados. Es mucho mayor que la que limita estrictamente a los yacimientos; pero ofrece la ventaja de tener formado a su perímetro por líneas fijas y la de garantizar que quedará dentro de ella cualquier prolongación de la zona niquelífera que en lo futuro se pueda descubrir.

Dentro de dicha superficie se podrán registrar y explotar toda clase de minerales, excepto los de cromo y níquel. Salvo esta restricción, se aplicarán a dicha superficie todas las leyes y reglamentos mineros como se aplican a todo el territorio español.

No se puede alegar que se originan perjuicios a tercero al reservarse esta superficie el Estado español. Sobre esto conviene hacer constar el siguiente e importantísimo dato. Antes de empezar nuestro reconocimiento, pidió el Instituto Geológico de España a la Jefatura de Minas de Málaga una relación de todas las minas

y todos los registros mineros comprendidos dentro de la superficie que provisionalmente se había reservado el Estado para hacer dicho reconocimiento. La Jefatura de Minas de Málaga cumplió puntualmente y con la mayor eficacia el encargo que se le había dado, y remitió una lista de todas las minas y registros comprendidos en dicha superficie, con expresión del número de hectáreas de cada una, paraje en que radican, término municipal, y demás datos, conducentes, a saber la propiedad minera que allí había. De esta lista resulta lo siguiente:

1.º Dentro de la zona reservada para el reconocimiento no existía una sola mina ni un solo registro de mineral de níquel ni de mineral de cromo.

2.º Dentro de la superficie más pequeña que ahora proponemos se reserve el Estado, y solamente en lo que atañe a minerales de níquel y de cromo, no existía ni una sola mina ni un solo registro de ninguna clase de mineral.

No se lastima, por tanto, interés alguno al hacer dicha reserva. Pero si los mineros españoles quisieran hacer ahora lo que no han hecho de muchos años a esta parte, que es explotar minerales de cromo y níquel en la Serranía de Ronda, les queda libre para ello toda la superficie de dicha Serranía que no está comprendida dentro de las reservas que ahora proponemos.

En dicha superficie libre radican los criaderos de níquel de Río Real y muchos de los de mineral de cromo que han sido descritos en este informe.

Por otra parte, se debería hacer constar que el Estado, al reservarse los criaderos de cromo y níquel de *Los Jarales-Sierra de Aguas* no se propone hacer con ellos competencia a la industria particular, sino asegurarse para el porvenir minerales de dicha clase que libren a las industrias militares españolas de la tutela extranjera de que ahora dependen, y que este fin no se puede conseguir sin la reserva de dichos criaderos y sin explotarlos con la prudencia y mesura que requiere su conservación; extrayendo de ellos tan sólo el tonelaje necesario para cubrir las necesidades de dichas industrias militares, absteniéndose de vender mineral en

España o fuera de ella, so pena de que la reserva se agote y la dependencia actual del extranjero vuelva a ser un hecho real, como lo es hoy día.

Debemos, por último, hacer constar también nuestro parecer sobre el coste de explotación de los criaderos de *Los Jarales-Sierra de Aguas*. Los que aspiren a beneficiarlos no se deben hacer la ilusión de que con ello han de realizar pingües ganancias. La explotación allí ha de resultar siempre un tanto cara, porque se trata de criaderos en rosario, con sus bolsadas de mineral, separadas unas de otras por zonas estériles, y esto obliga a ejecutar algunas labores que no darán rendimiento directo. Ya hemos dicho, y lo repetimos ahora, que haciendo en *Los Jarales* un laboreo serio que obedezca a un plan trazado de antemano, se conseguirá abaratar al precio de coste del mineral extraído en relación con el que era cuando aquellos criaderos se explotaban sin orden ni concierto. Pero esto no quiere decir que la explotación de ellos pueda llegar a los bajos precios de coste alcanzados en otros países, por ejemplo, en Nueva Caledonia, adonde las masas de mineral son mucho mayores, las distancias de unas a otras bastante menores, y el tonelaje a que es dable aspirar, mayor también que en *Los Jarales-Sierra de Aguas*.

El laboreo de estos criaderos debe empezar por una preparación seria de las minas, hecha por socavones y galerías de dirección en la parte que queda sobre el nivel de los valles, y por pozos y galerías en la que radica por debajo de dicho nivel y que está todavía virgen. Después, y con arreglo a lo que esta preparación muestre, comenzará la explotación propiamente dicha, la cual se deberá hacer con el criterio antes señalado, que es opuesto, como se ha visto, al arranque del tonelaje máximo que puedan dar las minas. Un plan de labores como éste es racional, si lo ejecuta el Estado, y es el único que puede dar por resultado la conservación de las reservas durante un período largo, pero es opuesto al que se suelen proponer las empresas particulares.

Conviene exponer, para terminar, lo relativo al reconocimiento

de los minerales de cromo y níquel, cuál ha sido el precio de coste de dicho reconocimiento.

Al tratar del precio de coste del reconocimiento del platino hemos visto que la cantidad gastada en él ha sido de 258.346 pesetas. Las presupuestadas y gastadas para el reconocimiento total han sido 450.000. La diferencia entre las dos cifras es 191.654 pesetas, que es lo que se ha gastado en reconocer a los minerales de cromo y níquel.

Ahora bien; los 170 sectores que se han reconocido miden una superficie, según hemos visto, de 696.000.000 metros cuadrados. Luego el precio de coste de reconocimiento de cada metro ha sido de pesetas 0,0027. En este precio van incluidas las labores todas, los trabajos de laboratorio, análisis, etc.

Fábrica para beneficiar a los minerales de cromo y níquel.

Incompleto resultaría este informe si no dijéramos algo sobre la fábrica que se debe montar para transformar aquellos minerales en aleaciones y metales aprovechables; esto es, en los productos que hoy importan del extranjero las fábricas militares y que destinan a elaborar pertrechos de guerra. De nada serviría tener minerales y extraerlos, si no existieran medios para convertirlos en productos aprovechables. Planear a esta fábrica es además uno de los encargos que se nos han dado al confiarnos este reconocimiento.

Los productos a obtener son: el níquel metálico puro o casi puro; el ferrocromo con ley mayor o menor de cromo, y tal vez algunas de las variedades de ferroníquel, si conviniese más hacerlas en la fábrica de transformación que en las militares que el Estado posee ahora.

Los procedimientos metalúrgicos que se empleaban antes de la guerra para obtener a estos productos, partiendo de los mine-

rales de níquel y de cromo, son demasiado conocidos para que necesitemos describirlos. Están expuestos en los libros de metalurgia general y de siderurgia (1). Pero durante la guerra las necesidades de las industrias militares han aumentado considerablemente, y esto ha traído consigo que se hayan inventado procedimientos nuevos para la fabricación de ferros, procedimientos que, más que a conseguir productos puros, tienden a obtenerlos con rapidez y en cantidades grandes.

¿Cuáles son estos procedimientos? No lo sabemos. Tan sólo hemos conseguido tener una idea general y vaga de ellos por las cartas que nos han escrito nuestros amigos de América, que es el país adonde se han inventado los procedimientos más importantes entre los que aludimos. Lo que hasta ahora se ha publicado sobre ellos es más incompleto todavía de lo que nos han enseñado las cartas citadas. Todo ello se reduce a 16 pequeñas referencias, publicadas en varias revistas científicas americanas y reproducidas todas ellas en *Transactions of the American Institute of Mining Engineers*.

Es indudable que llegará un día, tal vez no muy lejano, en que estos procedimientos sean del dominio público, o, por lo menos, que no se mantengan secretos y se permita estudiarlos sobre el terreno, siquiera sea a personas investidas de una misión oficial. Posible es también que, entre esos procedimientos, haya alguno o algunos que, aun en épocas normales, sean preferibles a los antiguos y convenga adoptarlos en la fábrica española de transformación. Problemas son éstos que tendrá que resolver el organismo oficial a quien se le encomiende la construcción de dicha fábrica. Hoy por hoy sería muy aventurado proyectar una fábrica de transformación, basándose en los procedimientos anteriores a

(1) Podemos recomendar, entre ellos, a los siguientes:

H. Moissan et L. Ouvrard, *Le Níquel*.—Paris, 1900.

A. Minet, *Traité Theorique et Pratique d'Electro-Metallurgie*.—Paris, 1900.

C. F. Bonini, *I Processi Termoelettrici della Siderurgia Moderna*.—Milán, 1914.

A. Stansfield, *The Electric Furnace*.—New York, 1914.

la guerra. Conviene, pues, esperar algún tiempo antes de tomar una decisión sobre el procedimiento a adoptar.

Pero, sea éste el que sea, se puede afirmar desde ahora que ha de necesitar para su desarrollo a los elementos que necesita toda transformación metalúrgica, y que la fábrica que se implante ha de poseer ciertas condiciones estratégicas y otras en relación con los transportes. Tanto a aquéllas como a éstas las podemos y debemos analizar aquí, sacando, entre otras consecuencias, de este análisis el emplazamiento que se debe dar a la fábrica.

Los elementos esenciales de toda transformación metalúrgica son: los minerales; el combustible, que puede ser mineral, vegetal o los dos; la mano de obra; el agua, y, probablemente, también la energía eléctrica, que se aplica hoy día a muchos procedimientos metalúrgicos, a más de servir para mover la maquinaria del establecimiento. Las vías de comunicación, que son un factor de capital importancia, hay que relacionarlas aquí con las condiciones estratégicas. Las iremos discutiendo en el análisis que sigue.

Los dos minerales se encuentran juntos, como hemos visto, en la región de *Los Jarales-Sierra de Aguas*. Como uno de ellos, el de níquel, sólo tiene una ley de 15 a 18 por 100 de metal puro, y siendo este metal uno de los productos que se trata de obtener, la fábrica debe estar a corta distancia de las minas, porque si estuviere a mucha habría que mover a esta distancia un peso grande de mineral. Así, pues, si no hay razones que se opongan, la fábrica debe instalarse cerca de las minas.

Carbón mineral no hay en la provincia de Málaga ni en el Mediodía de España. La cuenca hullera más próxima a las minas es la de Peñarroya, que dista 235 kilómetros de Alora, estación la más inmediata a las minas. Si el carbón se importase de Inglaterra o si se trajese de Asturias, el puerto natural de las minas sería Málaga, que dista 38 kilómetros de Alora. Esta falta de hulla en la región es un inconveniente para cualquier industria que en ella se implante, pues hay que resignarse a un precio caro para este combustible.

El carbón vegetal puede ser necesario para alguno de esos

procedimientos nuevos de que hemos hecho mención, como lo es para algunos otros de la metalurgia moderna, en los cuales se lo emplea como reductor. Calentar con él hornos y calderas no es económico, por muy cara que cueste la hulla (1). El carbón vegetal abunda en toda la Serranía de Ronda y se le puede obtener en tiempos normales a un precio que oscila entre 130 y 135 pesetas la tonelada al pie de fábrica.

La mano de obra es barata en la región y se puede contar con personal inteligente a precios razonables. Dicho se está que al personal técnico obrero habría que traerlo de fuera, porque no hay en toda la provincia ninguna fábrica metalúrgica en la que se puedan educar obreros, salvo la de Altos Hornos de Málaga, cuyo personal es reducido.

El agua es abundante y de excelente calidad en la Serranía toda. Sea cual sea el emplazamiento de la fábrica, se puede contar con agua de calidad inmejorable.

La energía eléctrica puede ser necesaria para la fabricación, pues antes de la guerra varios de los procedimientos para la obtención de ferros estaban basados en el empleo del horno eléctrico, y pudiera suceder que algunos de los modernos a que hemos aludido también lo estén. Si tal fuera el caso, se puede afirmar que pocas regiones habrá en España adonde la energía hidroeléctrica se pueda obtener en tan buenas condiciones de precio, distancia y constancia como en la Serranía de Ronda. Hay en ella varios saltos de agua estudiados y denunciados por D. Jaime Parladé y Heredia, de Málaga, capaces de producir en su conjunto unos 8.000 caballos de fuerza, y cuya constancia es notable por proceder de manantiales alimentados por la nieve que cae en aquellas sierras. Hay, además, la Sociedad Hidroeléctrica del Chorro, con fábricas ya montadas, cuya potencia productora debe aumentar bastante

(1) Hablamos en la hipótesis de tiempos normales. Precisamente nosotros hemos empleado carbón vegetal y leña para las calderas de nuestras sondas (12 caballos cada una) durante el reconocimiento del platino; porque dichos combustibles resultaban entonces más baratos que la hulla, cuyo precio, al pie de las sondas, superaba a 300 pesetas por tonelada.

con el pantano que se está construyendo en el valle del Turón. Pero aun en el caso de que no conviniese ninguna de estas dos fuentes de energía eléctrica, sería fácil obtener los 3.000 o más caballos que puede necesitar la fábrica, apelando a alguno o a algunos de los saltos de agua que aún quedan libres en la región, dos de los cuales están en excelentes condiciones y los hemos medido y estudiado durante nuestro reconocimiento. Por último, existen dentro de la Serranía varios de los que podríamos llamar *pantanos naturales*, que, con muy poco coste, se podrían arbitrar para producir fuerza suficiente para alimentar a la fábrica.

Cualquiera de estas fuentes de energía estaría en condiciones favorables en cuanto a su distancia a la fábrica consumidora si ésta se instalase dentro del perímetro de la Serranía, pues dicha distancia no excedería de 30 kilómetros en ninguno de los casos considerados. Se puede contar, por tanto, con energía eléctrica ampliamente suficiente y en buenas condiciones económicas.

Desde el punto de vista estratégico, la situación de una fábrica militar, como sería la de ferros, no es indiferente. Debe estar a cierta distancia del mar y separada de éste, a ser posible, por una cordillera de montañas, para que resulte protegida contra los tiros de los buques de guerra. Se la debe emplazar, además, en un valle estrecho rodeado de alturas cuya cota sobre la fábrica no baje de 400 o 500 metros, para poder emplazar en estas alturas medios de defensa contra los dirigibles y aeroplanos. Debe tener la fábrica, por último, un acceso fácil a las vías principales de comunicación del país.

En vista de cuanto acabamos de exponer, nos parece que la situación más favorable para la fábrica de transformación es la llamada *Hoya de Carratraca*.

Esta *Hoya* es un valle estrecho situado al Sur de Carratraca y a kilómetro y medio de este pueblo. Está cercado de alturas por todos lados y cerrado en su extremo Norte por el puerto de Ardales, en el que nace el río de las Cañas, que atraviesa al valle de Norte a Sur en toda su longitud y sale de él por una garganta estrecha y tortuosa llamada *Los Rodaderos*. Aproximadamente en

el centro de este valle, a orillas del río de las Cañas y a un nivel un poco más alto que el de este río, para protegerla de las avenidas, proponemos se instale la fábrica.

Estaría situada entonces en el centro, o casi en el centro, de la zona minera, quedando *Los Jarales* a un kilómetro aproximadamente al SO. de ella y los criaderos de *Sierra de Aguas* entre kilómetro y medio a tres kilómetros al NE. La carretera de Alora a Carratraca pasa a menos de un kilómetro del emplazamiento que proponemos, y por lo tanto, éste queda bastante cerca del principal medio de comunicación, pudiéndose construir fácilmente un camino que uniese a la carretera con la fábrica. Ésta quedaría entonces en comunicación con la estación de Alora por una carretera de 16 kilómetros, pues la unión de ésta con el camino a la fábrica estaría a dos kilómetros del pueblo de Carratraca. Ya hemos dicho que la distancia por ferrocarril entre Alora y Málaga es de 38 kilómetros.

La que en línea recta media entre el emplazamiento propuesto y el mar es de 36 kilómetros, y entre uno y otro está la Sierra de Mijas y su prolongación la de la Alpujata, cuyas alturas sobre el nivel del mar son 1.150 y 1.020 metros, respectivamente.

Las alturas que rodean a la *Hoya de Carratraca* son: el *Tajo del Grajo*, al Oeste, con cota sobre el nivel del mar de 1.290 metros; la *Sierra de Aguas*, al Oeste, con cota de 949 metros; la prolongación del *Caparalín* y el *Puerto de Ardales*, por el Norte, con cotas de 825 metros, y las montañas que rodean a *Los Rodaderos*, por el Sur, con una cota media de 816 metros. La altura de la *Hoya de Carratraca*, emplazamiento de la fábrica sobre el nivel del mar, es de 312 metros, los cuales se deben descontar de las cotas anteriores para obtener las que hay entre la *Hoya* y las montañas que la rodean. Haciéndolo resultan alturas que no son inferiores a 500 metros ni aun en los puntos más bajos.

El emplazamiento en cuestión reuniría, por tanto, las condiciones estratégicas apetecibles, salvo que el ferrocarril no pasa por él sino a 16 kilómetros de él. Emplazando a la fábrica en el valle del Guadalhorce, por el que va el ferrocarril de Málaga a

Córdoba, hasta más allá de Cobantes, se conseguiría esta última ventaja, pero se perderían la mayoría de las demás. Por esto, insistimos en el emplazamiento en la *Hoya de Carratraca*, pues, al fin y al cabo, el tonELAJE a transportar no es muy grande.

Resumen.

Vamos a reproducir aquí las conclusiones que hemos ido deduciendo en el curso de este informe para que sea más fácil encontrarlas:

1.^a La cantidad de 246.531 kilogramos de platino, reconocida en los ríos Verde y Guadaiza, cuyo valor actual (a razón de 20 pesetas gramo) es de 4.930.620 pesetas, y el que puede existir en el río Guadiaro, que no se ha reconocido, es antieconómico extraerlo hoy día por el exageradísimo precio de las dragas; pero puede dejar de serlo en el porvenir y dar su explotación una ganancia grande. Por esto, se propone al Estado se reserve por un período indefinido a los aluviones de estos ríos, para lo cual se deberá limitar en el lecho de cada uno de ellos una superficie que comprenda ampliamente a los depósitos platiníferos. Los límites de estas tres superficies están señalados con toda precisión en el informe que antecede, y no es necesario repetirlos aquí. La suma de las tres superficies es de 2.364 hectáreas.

2.^a La cantidad de minerales de níquel y cromo que se ha descubierto es bastante mayor que la que se necesita para abastecer de níquel, ferroníquel y ferrocromo a las fábricas militares del Estado español. Por esto aconsejamos que el Estado se reserve tan sólo a los yacimientos de la zona *Los Jarales-Sierra de Aguas*, dejando libres para la industria particular a los restantes de la región reconocida. La citada zona, a más de contener mineral suficiente para abastecer de los referidos productos a las fábricas militares españolas, aun cuando sus necesidades se duplicasen, durante un período largo de tiempo, ofrece la gran ventaja de presentarse en ella los dos minerales juntos, y las demás, no despreciables, que se han detallado antes. El perímetro que limita a esta

zona a reservar ha sido detalladamente descrito en las páginas que anteceden y no es preciso repetir aquí lo allí dicho. La superficie limitada mide aproximadamente 145 kilómetros cuadrados.

3.^a La explotación de los minerales de níquel y cromo se debe hacer con miras a abastecer de níquel y de ferros a las fábricas militares del Estado, pero cifándose tan sólo a este abastecimiento, con objeto de que se conserven aquellas reservas durante un período largo, manteniendo a las referidas fábricas independientes de los suministros extranjeros. Para esto, el Estado debe intervenir en dicha explotación, o mejor, hacerla por sí directamente.

4.^a La fábrica de transformación se debe instalar en la *Hoya de Carratraca*, adoptando en ella a los procedimientos metalúrgicos que las experiencias hechas durante la guerra hayan demostrado son más eficaces. Un estudio posterior, cuando sea permitido hacerlo, determinará cuáles deben ser estos procedimientos.

San Pedro Alcántara, Madrid, Mayo 1919.



FE DE ERRATAS

Página.	Línea.	DICE	DEBE DECIR
11	7	carniolas	carñiolas
41	6	carniolas	calizas cavernosas
50	23	con	son
50	24	esencialmente	esencialmente
54	20	se apoyan	descansan
57	4 inf.	Lacaserne	La caserna
88	9 inf.	además de	y
95	7 inf.	altas	las altas
100	3 inf.	determinadas	determinado
125	1 inf.	Arroyoz	Arrayoz
132	9 inf.	J., J.	I., I.
135	4 inf.	renuncia	renunciar
145	5 inf.	Lácara	Lácora
192	8	subedades	sub-edades
192	19	comentánnola	comentándola
196	9	Guernica Durango	Guernica, Durango

NOTA.—La primera de estas erratas se encuentra además repetida en algunos otros lugares del texto.

ÍNDICE

DE LAS

MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO

	Paginas
PRÓLOGO	IX
Los terrenos mesozoicos de Navarra, por D. Pedro Palacios.	3
Extensión y distribución de los terrenos mesozoicos en el suelo navarro.....	7
Sistema triásico.....	8
Grupo triásico inferior.....	11
Grupo triásico superior.....	28
Sistema jurásico (Terrenos liásico y jurásico).....	49
Sistema infracretáceo.....	65
Terreno neocomiense.....	67
Terreno aptense.....	71
Tramo albense.....	85
Sistema cretáceo.....	98
Tramo cenomanense.....	98
Tramo turonense.....	118
Tramo senonense.....	127
Tramo danés.....	140
Datos ipsométricos.....	149
La formación cambriana en el Pirineo Navarro, por don Pedro Palacios.....	159
Nota sobre el cretáceo y el eoceno de Guipúzcoa, por don Vicente Kindelan.....	165
Bibliografía.....	169
Infracretáceo.....	170
Cretáceo.....	181
Eoceno marino.....	186
Informe sobre el reconocimiento de la Serranía de Ronda, por D. Domingo de Orueta.....	201
Preparación de los trabajos.— Personal.....	211
Reconocimiento del platino.....	219
Resultados del reconocimiento del platino.....	233
Aspecto económico de la explotación del platino.....	245
Reconocimiento del cromo y del níquel.....	264

ÍNDICE

	Páginas
Procedimientos seguidos para el reconocimiento.	277
Resultados del reconocimiento de los minerales de cromo y níquel.	285
Aspecto económico	313
Fábrica para beneficiar los minerales de cromo y níquel.	324
Resumen.	330
Fe de erratas.	333

ÍNDICE GEOGRÁFICO
DE LAS PUBLICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO
(1873-1919)

INDICE GEOGRÁFICO

DE LAS PUBLICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO

(1873-1919)



MADRID

MCMXIX

Álava.

ADÁN DE YARZA D. RAMÓN).—*Descripción física y geológica de la provincia de Álava.*—MEMORIAS: 1885 (publicada en 1887).—Un vol. en 4.º de 176 págs., con 23 grabados intercalados en el texto y 3 láminas (I. Mapa geológico de la provincia.—II. Perfil y cortes geológicos.—III. Sección de una muestra de ofita de Vitoriano, vista con aumento de 50 diámetros, luz polarizada y nícoles cruzados).

Sumario: Prólogo.—Primera parte. DESCRIPCIÓN FÍSICA: I. Situación, límites, extensión y población.—II. Orografía. Sierras y valles.—Cuadro de altitudes.—III. Hidrografía. Ríos.—Divisoria de aguas.—Ríos de la vertiente oceánica.—Ríos de la vertiente mediterránea.—Lagunas.—IV. Climatología. Segunda parte. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA.—I. Rocas sedimentarias: serie secundaria.—Sistemas liásico y jurásico.—Sistema cretáceo.—Serie terciaria: sistema eoceno.—Eoceno inferior o numulítico. Eoceno superior.—Sistema oligoceno.—Sistema mioceno.—Serie cuaternaria: depósitos diluviales y recientes.—II. Rocas hipogénicas: ofitas.—III. Criaderos metalíferos.—Combustibles fósiles.—Asfaltos.—Manantiales salinos.—Criaderos de cobre.—Criaderos de plomo y cinc.—Criaderos de hierro.—Lignitos. Asfalto.—Manantiales salinos.—IV. Manantiales minero-medicinales.—V. Movimientos orogénicos y fases por que ha pasado el suelo alavés en las edades geológicas.—APÉNDICE. I. El pozo artesiano de Vitoria.—II. Dos palabras acerca de lo prehistórico en Álava.

—*El país vasco en las edades geológicas.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 45 a 63. Una lámina (Mapa geológico del país vascongado, en escala de 1 : 400.000).

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*El pozo artesiano de Vitoria.*—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 57 a 70, con 5 grabados en el texto.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 2, 3 y 86.

MAESTRE (ILMO. SR. D. AMALIO).—*Reseña geológica de las Provincias Vascongadas.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 283 a 327.—Una lámina (Mapa geológico en bosquejo de las Provincias Vascongadas, en escala de 1 : 500.000).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico del España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas núms. II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895) y III (primera edición, 1890; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 12 y 13.

Albacete.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 3, 4 y 81.

MALLADA (D. LUCAS).—*Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro, de España.*—BOLETÍN, XXV, 1899 (publicado en 1902), págs. 172 a 175.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas núms. X (primera edición, 1891) y XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892).—Edición económica, 1892, hojas núms. 36, 37, 44 y 45.

Alicante.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Dos palabras referentes á la teoría de las zonas de cobijadura, como prólogo a la traducción de un trabajo del Sr. Nickles.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 65 a 75, con 3 grabados en el texto.

DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE) y NOVO CHICARRO (D. PEDRO).—*Estudios hidrogeológicos en las provincias de Alicante y Murcia.* BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 375 a 437. Cuatro láminas (I, II. Cortes geológicos.—III. Mapa geológico del término municipal de Lorca (Murcia), en escala de 1 : 200.000.—IV. Mapa geológico del término municipal de Cieza (Murcia), en escala de 1 : 200.000).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 4 y 83.

NICKLÉS (M. RENÉ).—*Los tramos senonense y danes en el Sudeste de España.*—BOLETÍN, XV, 1888 (publicado en 1889), páginas 245 a 248, con 3 grabados en el texto.

—*Investigaciones geológicas en la provincia de Alicante y parte meridional de la de Valencia.*—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 99 a 312, con 69 grabados en el texto y 10 láminas (I. Vertiente oriental de la Sierra de Foncalent.—II. Resbalamiento de la Serreta Negra.—III. Pliegue tendido en el barranco de Ronda (Alfar) y vertiente oriental de Moncabrer (Balcón de Llopis).—IV. Bosquejo geológico de la Sierra de Foncalent, en escala aproximada de 1 : 90.000.—V. Bosquejo geológico de la Sierra de Mariola, en escala aproximada de 1 : 120.000.—VI. Bosquejo geológico de la región meridional de Callosa de Ensarría, en escala aproximada de 1 : 100.000.—VII, VIII, IX y X. Fósiles).

—*Nota acerca de los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante*, traducido por D. Rafael Sánchez Lozano.—BOLETÍN XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 145 a 149.

—*Los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, páginas 35 a 39.

—*Sobre la existencia de fenómenos de cobijadura en la zona subbética.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 41 a 43.

—*Fenómenos de cobijadura en España, en la zona subbética.* BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 77 a 103, con 23 grabados en el texto.

NOVO Y CHICARRO (D. PEDRO).—*Reseña geológica de la provincia de Alicante*.—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 57 a 148, con 10 grabados en el texto y una lámina (Mapa geológico de la provincia de Alicante, en escala de 1 : 400.000).

Sumario: Asomos eruptivos.—*Serie secundaria*. Sistema triásico.—Sistema jurásico.—Sistema cretáceo.—*Serie terciaria*. Sistema eoceno.—Sistema mioceno.—Sistema plioceno.—*Serie cuaternaria*. Sistema plioceno.

VIDAL (D. LUIS MARIANO) y SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*Estudios de hidrología subterránea en Villena (provincia de Alicante)*.—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 67 a 91. Tres láminas (I. Mapa geológico de los alrededores de Villena, en escala de 1 : 50.000, y tres cortes geológicos.—II. Aguas de Villena.—Plano de las labores de Villena, en escala de 1 : 10.000, y corte y proyección vertical de las labores y fuentes.—III. Plano de las labores de Zaricejo, en escala de 1 : 10.000, y proyección vertical de las labores y fuentes).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hoja núm. XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892).—Edición económica, 1892, hojas números 37, 38, 45 y 46.

Almería.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Dos palabras referentes a la teoría de las zonas de cobijadura, como prólogo a la traducción de un trabajo del Sr. Nicklés*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 65 a 75, con 3 grabados en el texto.

BOTELLÁ (EXCMO. SR. D. FEDERICO DE).—*Reseña física y geológica de la región Suroeste de la provincia de Almería*.—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 227 a 318, con 47 grabados en el texto y una lámina (Bosquejo geológico de la región Suroeste, en escala de 1 : 300.000).

Sumario: PARTE FÍSICA. Situación. Límites. Población.—*Orografía*. Carácter orográfico. Extensión.—*Hidrografía*. Ríos. Río de Almería. Río Adra. Ramblas de la vertiente meridional de Sierra de Gador y sus estribaciones. Aguas estancadas. Fuentes.

Aguas minerales.—*Meteorología*. Clima. Causa de la carencia de las lluvias.—*Terremotos*. Levantamientos y hundimientos de terrenos.—*Reseña agrícola*. Principales producciones.—PARTE GEOLOGICA. *Serie de los terrenos arcaicos*. Laurentino. Huroniense. Montalbano. Tacónico.—Sistema permeano.—*Terreno terciario*. Extensión.—*Terreno cuaternario*. Elementos constituyentes.—*Rocas eruptivas*. Criaderos metalíferos.

CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del Cabo de Gata e Isla de Alborán*.—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 333 a 414, con 2 grabados en el texto y una lámina.

Sumario: TOPOGRAFÍA. Sierra del Cabo. Serrata de Nijar. Manchones situados al Nordeste de la Sierra del Cabo. El Hoyazo. Herrerías.—GEOLOGÍA.—PETROGRAFÍA. *Elementos mineralógicos*. Sanidino. Plagioclasa. Augita. Hornablenda. Mica magnésiana. Cuarzo. Magnetita. Apatita. Olivino. Ópalo. Hialita. Ágata y otros minerales accesorios.—*Rocas*.—*Serie traquítica*. Liparita Toba liparítica. Traquita.—*Serie andesítica*. Dacita. Andesita micáceo-cuarcífera. Andesita anfibólica. Andesita augítica.—Limburgita.—Deducciones geogénicas.

CLEMENTE (D. SIMÓN DE ROJAS).—*Datos geológicos del reino de Granada*.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 163 a 165.

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Reseña física y geológica de la región Norte de la provincia de Almería*.—BOLETÍN, II, 1875, páginas 161 a 234, con 10 grabados en el texto y una lámina (Mapa geológico de la región Norte de la provincia de Almería, en escala de 1 : 300.000).

Sumario: DESCRIPCIÓN FÍSICA. *Orografía*. Sierras y cerros. Llanos. Valles. Cuadro de alturas sobre el nivel del mar. *Hidrografía*. Arroyos. Fuentes. *Meteorología*. *Agricultura*. *Población*. DESCRIPCIÓN GEOLOGICA. Generalidades.—*Rocas eruptivas*. *Época contemporánea*. Período posplioceno. *Época terciaria*. Período plioceno. Período mioceno. Período eoceno. *Época secundaria*. Período jurásico. Período triásico.—CRIADEROS METALÍFEROS. *Minerales cobrizos*. *Minerales plomizos*. *Minerales ferruginosos*.

DUPUY DE LOMB (D. ENRIQUE) y FERNÁNDEZ-MAQUIEIRA (DON CARLOS).—*Los yacimientos de carbonato de magnesia en España*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 253 a 295, con 5 láminas en el

texto (Criaderos de Giobertita en Almería. Cortes geológicos por Agua Dulce y por las Canteras de Pecho Colorado.—Corte por el Barranco de Alquivira (Benahadux) y Criaderos en las dolomías triásicas.—Criadero en las pizarras triásicas y Corte por la mina «Papa».—Mina «La Papa». Criadero en las dolomías y Criadero del contacto de pizarras y calizas.—Yacimientos magnesianos de Reinosa. Cortes geológicos).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 5 a 7 y 85.

GONZALO Y TARÍN (D. JOAQUÍN).—*Edad geológica de las calizas metalíferas de la Sierra de Gador en la provincia de Almería.*—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 97 a 111.

Sumario: Situación geográfica.—Sistema estrato-cristalino.—Sistema triásico. Tramo inferior. Tramo superior.—Sistema plioceno.—Sistema pleistoceno y reciente.—Rocas hipogénicas.

MARTÍN DONAYRE (D. FELIPE).—*Datos para una reseña física y geológica de la región Sudeste de la provincia de Almería.*—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 385 a 461, con 13 grabados en el texto y una lámina (Mapa geológico, en bosquejo, de la región Sur de la provincia, en escala de 1 : 300.000).

Sumario: *Orografía.* Cuadro de altitudes.—*Hidrografía,* Ríos y fuentes.—*Geología.* Rocas eruptivas.—Época de transición.—Época contemporánea.—Criaderos metalíferos.

MONREAL (D. LUIS NATALIO).—*Apuntes físico-geológicos referentes a la zona central de la provincia de Almería.*—BOLETÍN, V, 1878, págs. 209 a 310, con 3 grabados en el texto y una lámina (Mapa geológico en bosquejo, en escala de 1 : 300.000).

Sumario: PARTE FÍSICA. Situación, límites y extensión.—*Orografía.* Sierra de los Filabres. Sierra de Mazmón. Sierra de Enmedio. Sierra de Almagrera.—*Hidrografía.* Río Almanzora. Río Antas. Río de Aguas ó de Mojácar.—*La Villa de Sorbas* y sus cuevas.—*Agricultura.*—Cuadro de alturas barométricas.—PARTE GEOLÓGICA. *Cuaternario.*—*Terciario.* Región alta. Región baja. Región de la Cañada Blanca o Los Terreros. Estratigrafía de las rocas terciarias.—*Secundario.* Triásico.—*Terreno de transición.* Rocas eruptivas. Traquitas. Dioritas.—MINERÍA.

MALLADA (D. LUCAS).—*Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España.*—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 175 a 195, con 3 grabados en el texto.

MARÍN (D. AGUSTÍN).—*La mina de calafatita en Benahadux (Almería).*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), páginas 223 a 241, con una lámina (Bosquejo geológico de la zona donde radican los principales afloramientos de calafatita en los términos municipales de Benahadux y Gádor, en escala de 1 : 20.000).

MARÍN (D. AGUSTÍN) y MILANS DEL BOSCH (D. JAVIER).—*Yacimiento aurífero de Rodalquivir.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, páginas 209 a 228, con 4 fotograbados en el texto.

NICKLÉS (M. RENÉ).—*Nota acerca de los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante,* traducida por D. Rafael Sánchez Lozano.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 145 a 149).

—*Los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 35 a 39.

—*Sobre la existencia de fenómenos de cobijadura en la zona subbética.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, páginas 41 a 43.

RUBIO (D. JOSÉ MARÍA).—*El Turbal de Roquetas en la provincia de Almería.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 195 a 207, con una lámina en el texto (Croquis de la turbera de Roqueta. Proyección horizontal y Corte longitudinal).

—*Notas de hidrología subterránea en la provincia de Almería.* BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 385 a 419.

RUBIO (D. JOSÉ MARÍA) y GAVALA (D. JUAN).—*Yacimientos de molibdeno en las provincias de Granada y Almería.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 165 a 193. Una lámina (Yacimiento de molibdeno; mapa en escala de 1 : 250.000).

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*Hidrología subterránea de la cuenca del río de Almería.*—BOLETÍN, XXXIII, 1912, páginas 207 a 218.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL) y MARÍN (D. AGUSTÍN).—*Aguas subterráneas de la cuenca del río de Almería.*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 309 a 320.

SCHRODT (J.).—*Datos para el estudio de la fauna pliocena del Sur de España.*—Traducción del alemán, por D. Pedro Palacios. BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 85 a 131. Dos láminas (Foraminíferos del plioceno).

SIERRA (D. ALFONSO).—*Reseña geológica de la sierra de Los Filabres, provincia de Almería.*—BOLETÍN, XXXVI, páginas 239 a 276, con 34 grabados en el texto y 3 láminas (I. Plano geológico de la sierra de Los Filabres, en escala de 1 : 200.000.—II. Plano general de las minas de Serón y Bares, en escala de 1 : 40.000.—III. Mina «Menas»; plano en escala de 1 : 5.000.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas núms. XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892), XIV (primera edición, 1891; segunda edición, 1896), y XV (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 45, 52 y 53.—1018, 53.

Ávila.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 7, 8 y 87.

GIL y MAESTRE (D. AMALIO).—*Datos geológico-mineros sobre algunos grupos de minas del distrito de Madrid.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 283 a 288.

MARTÍN DONAYRE (ILMO. SR. D. FELIPE).—*Trabajos geológicos ejecutados durante el año de 1877.*—BOLETÍN, V, 1878, páginas 195 a 200.

—*Descripción física y geológica de la provincia de Avila.*—MEMORIAS: 1879.—Un volumen en 4.º de 297 páginas, con 3 grabados (cortes geológicos) intercalados en el texto y 6 láminas (I. Pozo de las Paredes. Navacepeda de Tormes.—II. Vista del terreno que rodea a la laguna de Gredos.—III: figura 1.ª, laguna de Gredos; figura 2.ª, desmonte del ferrocarril, kilómetro 91.—IV. Canto del Canónigo.—V. Canchal de Aldeagordillo.—VI. Mapa geológico de la provincia, escala de 1 : 400.000).

Sumario: Prólogo.—Parte primera. DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situa-

ción, superficie, límites y comarcas.—*Orografía*: Sierras.—Valles.—Tierra llana.—Cuadro de altitudes.—*Hidrografía*: Ríos. Cuenca del Duero.—Cuenca del Tajo.—Fuentes.—Aguas minerales.—*Climatología*.—Parte segunda. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Rocas hipogénicas.—Granito.—Leptinita y eurita.—Pegmatita. Pórfidos cuarcíferos.—Argilofiros.—Sienitas.—Pórfidos anfibolíferos.—Dioritas.—Diabasas y pórfidos piroxénicos.—*Periodo del estrato-cristalino*: Gneis.—Micacitas.—Talquitas.—Calizas.—*Periodo cambriano o siluriano inferior*: Cuarcitas micíferas.—Micacitas.—Filadidos y pizarras arcillosas.—Cuarcitas.—*Periodo posplioceno*.—*Criaderos metalíferos*.—Parte tercera.—AGROLOGÍA. Vegetación espontánea.—Composición de la tierra vegetal.—Plantas cultivadas.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico publicado por orden del Ministerio de Fomento*, en escala de 1 : 400.000.—Hoja núm. VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894).—Edición económica, 1892, hojas núms. 19, 27 y 28.

Badajoz.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 8, 9 y 89.

GONZALO y TARÍN (D. JOAQUÍN).—*Reseña físico-geológica de la provincia.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 389 a 412.—Una lámina (Mapa geológico en bosquejo, en escala de 1 : 800.000).

Sumario: Noticias geográficas.—*Datos geológicos*. Formación estrato-cristalina.—Formación siluriana.—Sistema devoniano.—Sistema carbonífero.—Sistema terciario medio.—Sistema cuaternario.—Formación hipogénica.

MALLADA (D. LUCAS).—*Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España.*—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 153 a 162 y 165 a 167, con 2 grabados en el texto.

MORENO (D. EMILIO).—*Criaderos de fosfato de cal en los terminos de Alburquerque y Valencia de Alcántara (?)*.—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 413 a 415.

SACRISTÁN (D. JULIO).—*Los criaderos de Wolfram de los terminos de Oliva de Ferez y Zahinos, de la provincia de Badajoz.*—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 199 a 204.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas núms. IX (primera edición, 1891) y X (primera edición, 1891).—Edición económica, 1892, hojas núms. 34, 35, 42 y 43; 1918, 43.

Baleares.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Examen microscópico de varias muestras de rocas eruptivas recogidas por D. Luis M. Vidal en la isla de Mallorca.*—BOLETÍN, VI, 1879, páginas 23 a 28.—Una lámina (Porfiritas de Mallorca, vistas al microscopio con aumento de 50 diámetros).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 9 y 83.

HERMITE (M. HENRI).—*Nota acerca de la posición que ocupan en la isla de Mallorca las Terebratula diphya y T. Janitor.*—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 159 y 160.

—*Estudios geológicos de las islas Baleares.—Mallorca y Menorca.*—BOLETÍN, XV, 1888 (publicado en 1889), págs. 1 a 243, con 66 grabados en el texto.—Una lámina (Mapa geológico de las islas Baleares, en escala de 1 : 400.000, con arreglo a los estudios de los Sres. Hermite, Vidal y Molina: 1879 y 1880).

Sumario: Bibliografía (1752-1880).—DESCRIPCIÓN FÍSICA. Relieve orográfico a que pertenecen las Baleares.—Mallorca. Cordillera septentrional y sus derivaciones.—Grupo central o de la Randa.—Montes del extremo oriental.—Valles.—Llanuras.—Menorca. Región septentrional. Colinas.—Región meridional. Mesas. Diferencias orográficas de las costas de esta isla. Comarcas. Montes. Ríos y arroyos.—Pantanos.—Dunas.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Serie primaria. Sistema *devoniano*. Menorca. Extensión geográfica. Composición. Rocas fosilíferas. Datos locales.—Mallorca. Posibilidad de que las rocas de este sistema constitu-

yan el fondo del mar a corta distancia de Estellenchs.—Serie secundaria.—Sistema *triásico*. Composición. Trías inferior. 1.º Conglomerados. 2.º Areniscas rojas. 3.º Arcillas rojas sin fósiles.—Trías medio. 1.º Calizas tubulares fosilíferas. 2.º Calizas semilitográficas.—Trías superior. 3.º Calizas con *Daonella Lommeli*.—Datos locales.—Sistema *jurásico*. *Liásico*. 1.º Calizas con *Spiriferina rostrata*. 2.º Calizas con *Terebratula Davidsoni*. 3.º Calizas con *Rhynchonella meridionalis*.—*Jurásico*. Probable existencia de los tramos Bajocense y Oxfordiense.—Sistema *cretáceo*. Zona del *Ammonites transitorius*. Mallorca. Datos locales.—Tramo neocomiense. Composición. Grupos estratigráficos.—Datos locales en las islas de Mallorca, Menorca y Cabrera.—Serie terciaria. Eoceno inferior. Lacustre (Mallorca). Rocas y fósiles.—Eoceno medio y superior. Caliza numulítica (Mallorca y Cabrera).—Sistema *mioceno*. Subdivisiones del mioceno medio en Mallorca. Dificultades para la clasificación en esta isla. Datos locales de la isla de Menorca.—Calizas sin fósiles de la isla Cabrera. Mioceno superior (Mallorca).—Sistema *plioceno*. Calizas lacustres con *Physa Faiméi* de los alrededores de Palma (Mallorca).—Serie cuaternaria. Consideraciones generales. Depósitos de formación marina. 1.º Capas con *Cardium edule* y *Strombus mediterraneus*. 2.º Caliza conchífera de origen marino. Depósitos de formación terrestre. 1.º Conglomerados cuaternarios sin fósiles y aluviones recientes.—*Rocas eruptivas*. Distribución de los asomos eruptivos y edad de las erupciones.—PETROLOGÍA, por MM. Fouqué y Michel Lévy. Melafiros. Basaltos. Andesitas. Porfiritas.—PALEONTOLOGÍA. Descripción de las especies fósiles recogidas en las islas Baleares, por M. Hermite.—Resumen general.

MARTEL (D. E. A.).—*Exploraciones subterráneas en Baleares y Cataluña*. Traducción y notas de D. Gabriel Puig y Larraz.—BOLETÍN, XXIV, 1897 (publicado en 1898), págs. 229 a 258, con 2 grabados en el texto. Una lámina (Caverna del DRACH; plano en escala de 1 : 2.700).

NOLÁN (M. H.).—*El triás de Menorca y Mallorca.*—BOLETÍN, XV, 1888 (publicado en 1889), págs. 234 a 241. (Esta nota se publicó como apéndice al trabajo del Sr. Hermite.)

—*Rasgos generales de la estructura geológica del archipiélago balear*, traducida por D. Rafael Sánchez Lozano.—BOLETÍN, XXII,

1895 (publicado en 1897), págs. 101 a 120, con seis grabados en el texto.

—*Noticia preliminar acerca de la isla Cabrera (Baleares).*—BOLETÍN, XXIV, 1897 (publicado en 1898), págs. 225 a 228, con un grabado en el texto,

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL)—*Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y en Granada.*—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 233 a 244.

THOS Y CODINA (D. SILVINO)—*Notas acerca de la constitución geológica de las islas de Ibiza y Formentera.*—BOLETÍN III, 1876, págs. 363 a 367.

VIDAL (D. LUIS MARIANO)—*Excursión geológica por la isla de Mallorca.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 1 a 22.

VIDAL (D. LUIS MARIANO) y MOLINA (D. EUGENIO)—*Reseña física y geológica de las islas Ibiza y Formentera.*—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 67 a 113, con nueve grabados en el texto y una lámina (Bosquejo geológico en escala de 1 : 400.000).

Sumario: Bibliografía.—*Reseña física.* Topografía. Costas. Cabos. Puertos. Calas. Bajos. Montes. Valles. Ríos. Fuentes. Aguas minerales. Lagos. Dunas. Cuevas.—*Reseña geológica.* Sistema triásico (grupo superior).—Sistema jurásico (tramo oxfordiense).—Sistema cretáceo (tramos neocomiense y urgo-aptense).—Sistema terciario (eoceno?, mioceno).—Sistema cuaternario. Diluvial (conglomerados calizos, calizas bastas y margas rojas con nódulos calizos).—Depósitos actuales.—Rocas eruptivas.—Industrias minerales (margas, calizas, marés, creta, cal, yeso, carbón mineral, criaderos plomizos, salinas).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas núms. VIII (primera edición, 1890) y XII (primera edición, 1890).—Edición económica, 1892, hojas núms. 31, 32, 39 y 40.

COMISIÓN DE MERIDIANAS.—*Memoria de las operaciones verificadas en Palencia, Barruelo, San Sebastián y Palma de Mallorca.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 433 a 560.

Barcelona.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN), ALMERA (D. JAIME), BARROIS (D. CARLOS), BERCUERÓN (D. J.), BOFILL (D. ARTURO), CALDERÓN (D. S.), DEPERET (D. CARLOS), DOLLFUS (D. J. S.), STUART-MENTEATH y VIDAL (D. LUIS M.).—*Excursiones verificadas durante la reunión de la Sociedad Geológica de Francia, en Barcelona, en Septiembre y Octubre de 1898.*—BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), págs. 36 a 311 y 322 a 338, con 33 grabados en el texto y dos láminas. (I. Cantera de sal en el criadero de Cardona.—II. Pliegues en el criadero de sal (La Salvoja), cerca de Cardona).

Índice de las excursiones.—De Sans a Montjuich.—De Olesa a la Puda y Monserrat.—Faja numulítica del macizo antiguo de Barcelona y estudio de la fauna oligocena de Calaf.—Criadero de sal de Cardona.—Excursiones a Moncada y Sardanyola.—A Gracia y El Coll (Horta) y al Tibidabo y Esplugas. Excursión a Castellbisbal y al Papiol.—A Gavás, Brugués, Vegas y Vallirana.—A Castelldefels y costas de Garraf.—Alrededores de Vilanova y de Vilafranca.—El triás con ceratites y el eoceno inferior de la estación de Olesa (Barcelona).—Nuevas observaciones sobre las faunas silurianas de los alrededores de Barcelona.—Las rocas eruptivas de la provincia de Barcelona.—Excursiones a Castellví de la Marca, al valle de San Pau de Ordal y a San Sadorní de Noya.—Nota acerca de la dolomía de Cataluña y de los Pirineos.—Los terrenos neógenos de Barcelona.—Sobre los terrenos paleozóicos de los alrededores de Barcelona y comparación con los de Montagne Noire (Languedoc).—Relación entre la geología y la hidrología en Cataluña.

ALMERA (DR. D. JAIME).—*Catálogo de la flora pliocena de los alrededores de Barcelona.*—BOLETÍN, XXII, 1895 (publicado en 1897), págs. 145 a 171.

BARROIS (M. CHARLES).—*Observaciones sobre el terreno siluriano de los alrededores de Barcelona*, traducción de D. M. de O. BOLETÍN, XIX, 1892 (publicado en 1893), págs. 245 a 260.

Sumario: Investigaciones de Verneuil, Maestre, Almera y Escot.—Pizarras rojas de Papiol.—Grauwacka de Moncada.—Caliza de Santa Cruz de Olorde.—Pizarras amarillas de Brugués.

Niveles fosilíferos.—Fósiles principales.—Clasificación estratigráfica.—Comparación de la fauna catalana con la de otras regiones.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 9 a 11 y 84.

MAURETA (D. JOSÉ) y THÓS (D. SILVINO).—*Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona.*—MEMORIAS: 1881.—Un vol. en 4.º de XIII-487 páginas, con 42 grabados (cortes geológicos) intercalados en el texto y 12 láminas (I. San Miguel del Fay. Vista del despeñadero del Puente.—II. Vista panorámica de los alrededores de Berga.—III. Vista del valle alto del Llobregat.—IV. Mapa orográfico-hidrográfico, en bosquejo, de la provincia de Barcelona, en escala de 1 : 400.000.—V. Mapa hipsométrico, en bosquejo, de la misma, en escala de 1 : 400.000.—VI. Cuadro gráfico de la altura de agua caída y de las temperaturas y presiones atmosféricas observadas en Barcelona durante los años 1862 a 1881.—VII. Mapa geológico, en bosquejo, de la provincia, en escala de 1 : 400.000.—VIII. Perfiles geológicos.—IX. Perfiles geológicos.—X. Plano geológico-minero de la cuenca carbonífera de Berga, en escala de 1 : 100.000.—XI. Plano geológico-minero de la cuenca carbonífera de Calaf, en escala de 1 : 50.000.—XII. Plano de la cuenca hidrográfica de Dosrius, en escala de 1 : 25.000).

Sumario: Prólogo.—Primera parte.—DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación, límites, extensión, población.—*Orografía.* Región oriental.—Región occidental.—Zona baja costanera.—Cadena litoral. Zona baja intermedia.—Zona baja superior.—Alta montaña.—Cuadro de altitudes.—*Hidrografía.* Cuenca del Llobregat.—Cuenca del Besós.—Cuenca del Tordera.—Cuenca del Ter.—Cuenca del Ebro.—Cuenca litoral del Este.—Cuenca litoral del Centro.—Cuenca litoral del Oeste.—Fuentes.—Aguas estancadas.—Aguas minerales.—*Climatología.* Segunda parte. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. ROCAS HIPOGÉNICAS. *Granito.*—*Pórfidos.*—*Rocas volcánicas.*—Criaderos metalíferos.—SERIE PALEOZOICA. Criaderos metalíferos. SERIE SECUNDARIA. *Sistema triásico.*—*Sistema jurásico.*—*Sistema cretáceo.*—SERIE TERCIARIA. *Sistema eoceno.*—Eoceno inferior o numulítico. Eoceno superior.—*Sistema proi-*

ceno.—*Sistema mioceno.*—*Sistema plioceno.*—SERIE CUATERNARIA. *Periodo posplioceno.*—Tercera parte. DESCRIPCIÓN MINERA. Estudio de los principales criaderos.—Lignitos cretáceos.—Lignitos terciarios.—Hierros.—Plomos.—Plomo y cinc.—Cobres.—Sal gema.—Betún mineral.—Arcillas bituminosas.—Succino.—Alumbre.—Azufre.—Esteatita.—Canteras.—Aguas subterráneas. Índice alfabético por localidades de los criaderos minerales conocidos en la provincia de Barcelona.—*Catálogo de las rocas recogidas en la provincia de Barcelona.*

RUBIO (D. CÉSAR) y KINDELÁN (D. ALFREDO).—*Apuntes para el estudio de la hidrología subterránea del llano de Barcelona.*—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 93 a 102. Tres láminas (I. Apuntes para el estudio de la hidrología subterránea del llano de Barcelona; plano en escala de 1 : 20.000.—II y III. Perfiles de los sondeos en la margen derecha del río Besós).

—*Sales potásicas en Cataluña.*—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 173 a 230, con 5 grabados en el texto y 3 láminas (I. Bosquejo geológico de la comarca, en escala de 1 : 400.000.—II. Región de Suria; plano en escala de 1 : 20.000.—III. Trabajos mineros de la concesión «Roumanie». Pozo maestro; plano en escala de 1 : 500).

—*Sales potásicas de Cataluña.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, páginas 349 a 384. Seis láminas (Mapa de la cuenca de sales potásicas de Cataluña, en escala de 1 : 150.000.—Emplazamiento del sondeo núm. 1, de Casa Botines.—Emplazamiento del sondeo núm. 2, de Llardella.—Emplazamiento del sondeo núm. 3, de Casa del Marqués.—Emplazamiento del sondeo núm. 4, de Casa de Villa.—Emplazamiento del sondeo núm. 5, de Torá).

SANTA MARÍA (D. LUIS) y MARÍN (D. AGUSTÍN).—*Estudios hidrologicos de la cuenca del río Llobregat (Barcelona).*—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 31 a 52, con una lámina en el texto (corte geológico de San Feliú al Mediterráneo). Dos láminas (I. Apuntes para el estudio de la hidrología subterránea del llano de Barcelona; plano en escala de 1 : 30.000.—II. Cortes longitudinales, normales a la costa y cortes de varios pozos).

SUÁREZ DEL VILLAR (D. LUIS).—*Lignito. Cuenca cretácea de Berga.*—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 307 a 317.

VIDAL (D. LUIS MARIANO).—*Datos para el conocimiento del terreno «garumnense» de Cataluña.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 209 a 247.— Láms. I a 7 (fósiles) y 8 (cortes geológicos).

—*Nota acerca del sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña.*—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 281 a 309, 346 y 347.—Siete láminas (*Chama Coquandi*, nov. sp. *Monopleura Falgasi*, nov. sp. *M. figolina*, nov. sp. *Radiolites fumanya*, nov. sp. *Sphaerulites pulchellus*, nov. sp. *Sph. planicostatus*, nov. sp.).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas IV (primera edición, 1891; segunda edición, 1893), VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y VIII (primera edición, 1890).—Edición económica, 1892, hojas números 15, 22 y 23.

Burgos.

ARÁNZAZU (ILMO. SR. D. JUAN MANUEL).—*Apuntes para una descripción físico-geológica.*—BOLETÍN, IV, 1877, páginas I a 47.—Una lámina (Mapa geológico, en bosquejo, en escala de 1 : 1.000.000).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 11, 12 y 80.

GAYALA (D. JUAN).—*Yacimiento de petróleo en Huidobro (Burgos).*—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 267 a 273. Dos láminas (I. Plano geológico, en escala de 1 : 25.000.—II. Cortes geológicos).

GONZÁLEZ LASALA (D. JOSÉ).—*Areniscas bituminosas. o petrolíferas del puerto del Escudo, en los confines de las provincias de Santander y Burgos.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 235 a 241.

LARRAZET (M.).—*Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos.*—BOLETÍN, XXII, 1895 (publicado en 1897), págs. 121 a 143, con cinco grabados en el texto.—Dos láminas. (Potamidés aquitánicos).

SAMPAYO (ILMO. SR. D. PEDRO).—*Datos geológico-mineros de la provincia de Burgos.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 125 a 132.

SÁNCHEZ Y LOZANO (D. RAFAEL).—*Breve noticia acerca de la geología de la provincia de Burgos.*—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 71 a 79.

Sumario: Granito y sistema estrato-cristalino.—Siluriano.—Carbonífero.—Triásico.—Liásico y jurásico.—Cretáceo.—Terciario.—Cuaternario.—Rocas hipogénicas.

—*El alumbramiento de aguas, practicado en el término de Nebreda, para el abastecimiento de la villa de Lerma, en la provincia de Burgos.*—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 209 a 224, con tres grabados en el texto.

—*Datos para el estudio de la región hullera de la provincia de Burgos.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 145 a 163. Una lámina (Bosquejo geológico de la región hullera de la provincia de Burgos, en escala de 1 : 75.000).

ZUAZNAVAR (D. MARIANO).—*Datos geológico-mineros de la provincia de Burgos.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 289 y 290.

—*Algunos datos de la cuenca carbonífera de Fuarros.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 353 a 358.

—*Apuntes geológico-mineros. Salinas de Poza de la Sal.*—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 383 a 384.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas: II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895) y VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894).—Edición económica, 1892, hojas núms. 19 (segunda edición, 1894) y 20.

Cáceres.

EGOZCUE (D. JUSTO) y MALLADA (D. LUCAS).—*Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres.*—MEMORIAS: 1876.—Un volumen en 4.º de 368 páginas y cinco láminas (I. Bosquejo geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000.—II. Plano topográfico-geológico de la zona donde radican las principales investigaciones de fosfato de cal, en la región comprendida entre Zarza la Mayor y Ceclavín, en escala de 1 : 20.000.—III. Plano topográfico-geológico de la zona donde radican los yacimientos de fosforita de Logroñán, en escala de 1 : 20.000.—IV. Plano topográfico-geológico de la zona donde radican los principales

yacimientos de fosforita en las inmediaciones de Cáceres, en escala de 1 : 20.000. - V. Perfiles y cortes geológicos).

Sumario: DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA. Situación, superficie y población.—Límites.—*Orografía. Región septentrional*: Sierras de la Vera, sierra de Béjar, sierra de Francia, sierra de Gata.—*Región central*.—*Región meridional*: sierra de Guadalupe, sierra de Montánchez, sierra de San Pedro, sierra de Santiago, sierra de Jola.—*Llanuras*.—Cuadro de altitudes. *Hidrografía*. Fuentes naturales.—Ríos y arroyos. Cuenca del Tajo. Cuenca del Guadiana. Caídas de aguas. Fuentes minerales. Charcas.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. *Terreno primario*. Sistema granítico. Sistema estrato-cristalino.—*Terreno de transición*. Sistema cambriano. Caracteres generales. Rocas componentes. Filones de cuarzo. Sistema siluriano. Sistema devoniano. Calerizos de Cáceres, de la sierra de Guadalupe y de Almaraz.—*Rocas dioríticas*.—*Terreno cuaternario*.—DESCRIPCIÓN MINERA. Descripción de los criaderos de fosforita.—Criaderos que arman en el granito—Criaderos que cortan las pizarras cambrianas.—Criaderos intercalados en calizas.—Consideraciones generales sobre los criaderos de caliza fosfatada de Extremadura.—Caracteres de la caliza fosfatada.—Asociación de la fosforita con otras sustancias minerales.—Alteraciones de las rocas en contacto con las fosforitas.—Origen de las fosforitas.—Datos industriales.—*Criaderos metalíferos*.—Método volumétrico para determinar el ácido fosfórico.—Catálogo de rocas y minerales de la provincia de Cáceres.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, páginas. 12, 13 y 85.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres*.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 205 a 219.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000. - Hoja V (primera edición, 1891), VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894), IX (primera edición, 1891) y X (primera edición, 1891).—Edición económica, 1892, hojas núms. 26, 27, 34 y 35.

Cádiz.

DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE) y MILÁNS DEL BOSCH (D. JAVIER).—*Los terrenos secundarios del Estrecho de Gibraltar*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 561 a 570. Dos láminas (Cortes geológicos).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 13 y 82.

GAVALA (D. JUAN).—*Regiones petrolíferas de Andalucía*.—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 29 a 211, con 13 fotograbados en el texto. Tres láminas (I. Regiones petrolíferas de Andalucía Villamartín-Lebrija); plano en escala de 1 : 100.000.—II. Conil Barbate; plano en escala de 1 : 100.000.—III. Cortes geológicos).

—*Descripción geográfica y geológica de la Serranía de Grazalema, en la provincia de Cádiz*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, páginas 1 a 143, con 16 grabados y 12 fotograbados en el texto. Ocho láminas (Grazalema. Vista de la sierra del Pinar.—Vista de la sierra del Endrinar (jurásico), y los orígenes del Guadalete.—Ubrique.—Vista de las sierras del Castillo y de Ubrique y la Manga de Villaluenga (jurásico).—Benaocaz. Vista de El Circo de Benaocaz (oligoceno), entre las sierras del Endrinar y del Caillo, la Manga de Villaluenga y la sierra de Ubrique (jurásico).—Villaluenga del Rosario. Vista de la sierra del Castillo.—Mapa topográfico de la serranía de Grazalema, en escala de 1 : 50.000.—Mapa geológico de la serranía de Grazalema, en escala de 1 : 50.000.—Cortes geológicos de la serranía de Grazalema).

Sumario: Descripción geográfica.—Id. geológica. *Terreno triásico*. Sistemas liásico, jurásico, cretáceo, eoceno y oligoceno.—La serranía a través de las edades geológicas.—Descripción de los cortes.—*Hidrología subterránea*.

MALLADA (D. LUCAS).—*Nota sobre los yacimientos de petróleo y de azufre de la provincia de Cádiz*.—BOLETÍN, XXX, 1909, páginas 53 a 65.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en

escala de 1 : 400.000.—Hoja XIV (primera edición, 1891; segunda edición, 1896).—Edición económica, 1892, hojas números 50, 51 y 59.

Canarias.

CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Nota sobre las clasificaciones metodicas de las rocas volcánicas de Canarias.*—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 283 a 287.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 60 a 62 y 89.

GARCÍA DEL CASTILLO (D. JUAN).—*Nota geológica referente a la isla de Tenerife.*—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 57 a 66.

RORHPLETZ (A.) y SIMONELLI (V.).—*Formaciones de origen marino de la Gran Canaria.*—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 1 a 83, con cinco grabados en texto y dos láminas (Fósiles).

Castellón.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 14 y 81.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892).—Edición económica, 1892, hojas núms. 29, 30, 37 y 38.

Ciudad Real.

BAYAN.—*Existencia del género «Spirophyton» en el terreno paleozoico de España.* (Nota traducida por D. R. de I.)—BOLETÍN, I, 1874, págs. 271 y 272.

CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Nota acerca de las fosforitas recientemente descubiertas en el Mediodía de España.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 29 a 31.

—*Catálogo razonado de las rocas eruptivas de la provincia de Ciudad Real.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 165 a 175.

Sumario: Clasificación.—Granito y granitofido.—Pórfido cuarcífero.—Orthofido sin cuarzo. Diorita.—Diabasa.—Diabasa.—Melafido.—Basalto nefelínico.

CAMINERO (D. JOSÉ).—*Formación hullera de Puertollano.*—BOLETÍN III, 1876, págs. 245 a 250.—Una lámina (Bosquejo geológico-minero del valle de Puertollano, en escala de 1 : 500.000).

COELLO (D. CASIMIRO).—*Sondeo de Valverde (Ciudad Real).*—BOLETÍN XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 253 a 256.

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real.*—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 289 a 329, con cinco grabados en el texto.—Una lámina (Mapa geológico y topográfico, en bosquejo, en escala de 1 : 800.000).

Sumario: GEOGRAFÍA.—GEOLOGÍA. *Rocas hipogénicas.* Graníticas. Porfídicas. Basálticas. *Rocas sedimentarias.* Introducción. Consideraciones acerca de las divisiones o tramos de las rocas paleolíticas de España. Período *siluriano.* Siluriáno primordial. Siluriano inferior. Fósiles. Detalles estratigráficos.—Período *devoniano.* Rocas y fósiles.—Período *carbonífero.* Divisiones locales. Estudio de cada una de ellas.—Período *triásico.* Tramos.—Período *cretáceo.*—Períodos *proiceno* y *mioceno.*—Período *postplioceno.*

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 15, 16 y 89.

GASCUE (D. FRANCISCO) e INGUNZA (D. ROMÁN DE).—*Algunas modificaciones que, según lo estudios geológicos hechos por el ingeniero jefe D. José Caminero en la provincia de Ciudad Real, deben introducirse en los datos publicados sobre dicha comarca.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 197 a 203.

—*Rocas de la provincia de Ciudad Real remitidas por el señor D. José Caminero.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 204 a 208.

KUSS (M. H.).—*Memoria acerca de las minas y fábricas de Al-*

maden, traducida por D. J. E.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 329 a 341, con un grabado en el texto.

REYDELLET.—*Sistema hullero de Puertollano*;—BOLETÍN, II, 1875, págs. 351 a 356, con dos grabados en el texto.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas X (primera edición, 1891) y XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892).—Edición económica, 1892, hojas núms. 35, 36, 43 y 44; 1918, 43.

Córdoba.

CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Nota acerca de las fosforitas recientemente descubiertas en el Mediodía de España*.—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 29 a 31.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 16 a 18 y 89.

KILIAN (M. W.).—*El yacimiento titónico de la Fuente de los Frailes, cerca de Cabra*.—BOLETÍN, XVIII, 1891 (publicado en 1892), págs. 449 a 466, con ocho grabados en el texto.

MALLADA (D. LUCAS).—*Reconocimiento geológico de la provincia de Córdoba*.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 1 a 55.—Una lámina (Mapa geológico, en bosquejo, en escala de 1 : 800.000).

Sumario: La sierra y la campiña.—TERRENOS HIPOGÉNICOS. Granítico. Porfídico. *Terrenos sedimentarios*. Estrato cristalino. Sistema cambriano.—Sistema siluriano.—Sistema devoniano.—Sistema carbonífero.—Sistema triásico.—Sistema jurásico.—Sistema cretáceo.—Numulítico.—Sistema mioceno.—*Terreno cuaternario*.

—*Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Bélmez*.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 1 a 80, con cuatro grabados en el texto. Dos láminas (I. Mapa geológico de la cuenca carbonífera de Bélmez, en escala de 1 : 50.000.—II. Cortes geológicos).

—*Datos geológico mineros de varios criaderos de hierro de España*.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 163 a 165 y 168 a 171.

—*Nota acerca de las minas de tungstato de hierro en el término de Casayo, provincia de Orense, y en el de Montoro, provincia de Córdoba*.—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), páginas 315 a 326.

MALLADA (D. LUCAS) y CARBONELL (D. A.).—*Reseña geológica de la cuenca hullera del Guadalbarbo*.—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 231 a 256, con dos grabados en el texto.

PARRAN.—*Nota sobre la geología de la cuenca de Bélmez*, traducida por D. L. M.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 169 a 175.

REYDELLET (M. DE).—*Fosforita de Bélmez*.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 337 a 359, con cuatro grabados en el texto.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas X (primera edición, 1891) y XIV (primera edición, 1891; segunda edición, 1896).—Edición económica, 1892, hojas núms. 35, 43, 44, 51 y 52; 1918, 43.

Coruña.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 18, 19 y 83.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hoja I (primera edición, 1892; segunda edición, 1896).—Edición económica, 1892, hojas núms. 8, 9, 10 y 12.

Cuenca.

CAMBORDA y NÚÑEZ (D. FERNANDO).—*Datos para la geología de la provincia de Cuenca*, sacados del *Memorial literario* de 1788, por D. D. de C.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 255 y 256.

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Cuenca*.—MEMORIAS: 1875.—Un volumen en 4.º de XVI-406 páginas, con 46 grabados en el texto y cuatro láminas (I. Fósiles notables.—II. Vista de la ciudad encantada.—III. Perfiles geológicos.—IV. Mapa geológico de la provincia, en escala de 1: 400.000).

Sumario: Prólogo. DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación, superficie, límites y comarcas.—*Orografía*. Cordilleras y sierras. Páramos. Valles. Llanuras. Cuadro de alturas.—*Hidrografía*. Ríos. Cuenca del Tajo. Cuenca del Júcar. Cuenca del Guadiana. Arrastres de los ríos. *Lagunas*. Fuentes. Cuadro de ensayos hidrotimétricos de las principales aguas de la provincia. *Aguas minerales*. *Aguas subterráneas*. *Aguas artesianas*. Cavernas, simas y torcas. *Población*.—*Climatología*.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. *Epoca de transición*. Período devoniano. Período carbonífero.—*Epoca secundaria*. Período triásico. Grupo conchífero (tramos de las areniscas abigarradas y muchelkalk). Grupo salífero (tramo del Keuper). Período jurásico (liásico y oolítico). Período cretáceo (grupo de la creta tosca).—*Epoca terciaria*. Período mioceno (grupos lacustre y marino).—*Epoca cuaternaria*. Período posplioceno (Diluvium. Caliza concrecionada. Estalactitas. Tobas. Turba. Aluviones de los ríos).—*Rocas eruptivas*.—*Antigüedades prehistóricas*. Catálogo de las rocas recogidas en la provincia.—DESCRIPCIÓN AGROLÓGICA. *Vegetación*. *Causas extrañas al suelo que influyen en la vida de los vegetales*.—Clima.—Temperatura.—Influencia de la luz.—Transparencia de la atmósfera. Abundancia de lluvias. Vientos dominantes.—*Causas inherentes al suelo que influyen en la vida de los vegetales*. Tierra vegetal. Inclinación del suelo. Influencias físicas. Elementos absorbentes. Elementos divisores. Influencias químicas. Absorción del agua. Absorción de los gases. Aptitud para la desecación. Tenacidad. Capacidad calorífica. Subsuelo.—*Modo de cambiar las propiedades de los terrenos agrícolas*. Preparación mecánica. Abonos minerales. Abonos químicos. Abonos industriales. Riegos. Avenamientos. Inundaciones fertilizantes. *Causas y origen de la tierra vegetal*. Marcha progresiva de la alteración y descomposición de las rocas de la provincia de Cuenca. *Clasificación de los terrenos agrícolas*. Análisis y constitución de las diversas clases de terrenos de la provincia. *Vegetación espontánea*. Catálogo metódico de las especies

vegetales espontáneas dominantes de la provincia de Cuenca.—*Cultivo*. Cultivo agrario. Cultivo hortense. Cultivo de los árboles. —*Cuenca de Henarejos*.—BOLETÍN, X, 1883, págs. 155 a 163, con tres grabados en el texto.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 19, 20 y 84.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1: 400.000.—Hojas VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894), VII (primera edición, 1891), X (primera edición, 1891) y XI (primera edición, 1891).—Edición económica, 1892, hojas números 28, 29, 36 y 37.

Gerona.

ALMERA (DR. D. JAIME).—*Descripción de las rocas del valle de Nuria*.—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 441 a 443.

BAUZÁ (ILMO. SR. D. FELIPE).—*Breve reseña geológica de la provincia de Gerona*.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 169 a 175.

BENTABOL Y URETA (D. HORACIO).—*Hidrología superficial y subterránea de la provincia de Gerona. Estudio sobre los lagos y manantiales de Bañolas, Espolla y San Miguel de Campmayor*.—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 129 a 208, con nueve grabados en el texto. Dos láminas (I. Hidrología superficial y subterránea de la provincia de Gerona; plano en escala de 1: 50.000.—Estudio de los lagos de Bañolas, Espolla y San Miguel de Campmayor; plano y relieve del terreno, en escala de 1: 10.000 y dos cortes).

COSSMANN.—*Estudio de algunos moluscos eocenos del Pirineo catalán*.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 16 y 25. Cinco láminas. (Moluscos eocenos del Pirineo catalán).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 20, 21 y 87.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*Algunos datos de aguas artesianas en la comarca de Figueras.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 167 a 169.

VIDAL (D. LUIS MARIANO).—*Nota acerca del sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña.*—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 264 a 281. Dos láminas (6.^a y 7.^a, *Sphaerulites minor*, nov. sp.)

—*Estudio geológico de la estación termal de Caldas de Malavella.*—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 65 a 91, con cinco grabados en el texto y una lámina (Fuentes termales de Caldas de Malavella, escala de 1 : 5.000).

Sumario: Situación geográfica.—Descripción de las fuentes.—Alteraciones en el régimen de las aguas.—Composición de las aguas. *Descripción geológica.* Formación plutónica.—Formación volcánica.—Formación sedimentaria.—Sedimentos de formación mecánica.—Sedimentos de formación química.—*Descripción del Puig de las Animas.*—Utensilios de la época prehistórica. Huesos fósiles. Conclusiones.

—*Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 209 a 308, con 25 grabados en el texto y dos láminas (Bosquejo geológico, en escala de 1 : 400.000. Equínidos numulíticos (*Rhabdocidaris Vidali*, n. sp.)

Sumario: RESEÑA GEOLÓGICA. Formación granítica. Datos locales.—Formación arcaica. Composición. Estudio del gneis, por el Sr. MAC-PHERSON. Rocas hipogénicas que atraviesan el arcaico.—*Siluriano.* Siluriano inferior. Rocas porfídicas. Siluriano superior. Fósiles.—*Devoniano.*—*Carbonífero.* Caracteres litológicos. Clasificación. Pórfidos. Movimientos orogénicos. Fósiles. *Triásico.*—*Furásico.*—*Cretáceo.* Urgo-aptense. Turonense. Senonense. Garumnense.—*Numulítico.*—*Mioceno.* Mioceno marino. Mioceno lacustre.—*Plioceno.* Plioceno marino. Plioceno lacustre.—*Cuaternario.*—*Diluvial.* Composición. Lago cuaternario de Caldas de Malavella. Depósitos prehistóricos. Cavernas. Objetos y restos de animales encontrados. Dólmenes y piedras fitas.—*Rocas eruptivas.* Formación volcánica. Zona volcánica de Gerona. Descripciones de los alrededores de Olot. Corrientes basálticas. Colinas volcánicas de las inmediaciones de Gerona. Manchas basálticas de Caldas de Malavella, Hostalrich, Palau Sabardera, Cadaqués y otros puntos.—Edad de los volcanes.—

Formación porfídica. Pórfido granitoide talcoso. Pórfido cuarzo-so. Pórfido sienítico.—Rocas eruptivas diversas. Ofita. Granatita. Anfibolita, Granulita. Muscovita. Diabasa. Microgranito. Pegmatita. Leptinita.—Apéndice a la primera parte. Descripción de algunas especies de equínidos numulíticos, por M. G. COTTEAU.—RESEÑA MINERAL. Aguas potables.—Análisis.—Aguas artesianas.—Aguas minerales.—Amianto.—Antimonio.—Arcillas.—Baritina.—Blenda.—Cal hidráulica.—Calizas.—Cemento.—Cobre.—Cuarzo.—Esteatita.—Hierro.—Hulla.—Lignito.—Manganeso.—Oro.—Petróleo.—Plata antimonial.—Plomo.—Turba.—Yeso.

—*El cretáceo superior del valle de La Muga (Gerona).*—BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), págs. 312 a 318, con 2 grabados en el texto.

VIDAL (D. LUIS MARIANO) y STUART-MENTEATH.—*Excursiones verificadas durante la reunión de la Sociedad Geológica de Francia, en Barcelona, en septiembre y octubre de 1898.*—*De Gerona a Olot y a San Juan de las Abadesas.*—*Observaciones acerca de la región volcánica de Olot.*—*El cretáceo superior del valle de La Muga (Gerona).*—BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), págs. 89 a 95 y 312 a 318, con 3 grabados en el texto.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas IV (primera edición, 1890; segunda edición, 1893) y VIII (primera edición, 1890).—Edición económica, 1892, hojas núms. 15 y 23.

Granada.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Dos palabras referentes a las teorías de las zonas de cobijadura, como prólogo a la traducción de un trabajo del Sr. Nicklés.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 65 a 75, con 3 grabados en el texto.

ALVAREZ ARAVACA (D. MARIANO).—*Algunos datos hidrogeológicos de la zona que comprende Guadix y Baza (Granada).*—

BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 165 a 174, con un grabado en el texto.

ALVARADO (D. ALFONSO DE).—*Nota acerca de un yacimiento de lignito en términos de Arenas del Rey, Fátar y Fayena (Granada)*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 421 a 431, con 2 láminas en el texto. (I. Cortes geológicos.—II. Plano de las concesiones mineras de las zona lignífera de Arenas del Rey, en escala de 1 : 100.000).

ARÉVALO Y BACA (D. J.).—*Datos geológicos y físicos del valle de Lanjarón*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 251 a 256.

BARROIS (M. CH.) y OFFRET (M. ALB.).—*Constitución de la Sierra Nevada, de las Alpujarras y de la Sierra Almijara*.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 160 a 164.

—*Petrología de la cordillera bética*.—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 381 a 383.

—*Las pizarras y gneis anfibólicos y las calizas del Sur de Andalucía*.—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 385 a 387.

—*Disposiciones de las brechas calizas de las Alpujarras y su semejanza con las brechas hulleras del Norte de Francia*.—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 389 a 391.

—*Estudio geológico del Sur de Andalucía, entre las Sierras Tejeda y Nevada*.—BOLETÍN, XVII, 1890 (publicado en 1891), págs. 243 a 323.

Sumario (de la parte correspondiente a esta provincia): GEOLOGÍA. Estrato-cristalino de la Sierra de Las Guájaras.—Corte por la Sierra Almijara, desde Motril a Jayena.—Descripción geológica de Sierra Nevada. Disposición orográfica. Composición.—Las Alpujarras. Trabajos anteriores. Datos estratigráficos.—Alrededores de Motril. Cercanías de Vélez de Benaudalla y de Lanjarón.—Estructura estratigráfica de la cordillera bética.—PETROGRAFÍA. *Filonas* de rocas ácidas y básicas. Rocas sedimentarias cristalinas.—*Micacitas*. Micacitas granatíferas. Micacitas con andalucita y estaurótida. Micacitas feldespáticas y gneises granulíticos.—*Pizarras*. Pizarras satinadas. Pizarras con cloritoide.—*Cuarcitas*.—*Anfibolitas*. Pizarras actinolíticas.—Anfibolitas de anfíbol sodífero. Eclogitas. Anfibolitas ó gneis anfibólico.—Calizas.—Yeso.



BERTRAND Y KILIAN (MM.).—*Los terrenos secundarios y terciarios de las provincias de Granada y Málaga*.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 156 a 160.

—*Nota acerca de la cuenca terciaria de Granada*.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 243 a 246.

Sumario: Tramo helvético.—Tramos tortonés y sarmático. Tramo mesinense medio.—Calizas lacustres con *Planorbis solidus*.—Depósitos astenses.—Comparación de las cuencas del Ródano y de Granada.

—*Nota acerca de los terrenos jurásico y cretáceo en las provincias de Granada y Málaga*.—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 191 a 193.

—*Estudio de los terrenos secundarios y terciarios de las provincias de Granada y Málaga*.—BOLETÍN, XVIII, 1891 (publicado en 1892), págs. 257 a 447, con 47 grabados en el texto y 2 láminas (Mapa geológico de la región de Andalucía, conmovida por el terremoto de 25 de diciembre de 1884, en escala de 1 : 400.000, y bosquejo de un Mapa geológico de Sierra Elvira, en escala de 1 : 50.000).

Sumario: Bibliografía y cartografía.—DESCRIPCIÓN FÍSICA. *Orografía e hidrografía regional*.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Generalidades acerca de la disposición que presentan los diferentes sistemas en las comarcas que los autores llaman «Región bética, zona subbética y cuenca de Granada».—*Estratigrafía. Triásico*. Historia. Datos estratigráficos. Composición. Fósiles.—*Jurásico*. Historia. Infralías. Lías inferior. Lías medio. Lías superior. Datos locales. Fósiles encontrados.—*Dogger, Malm*.—*Titónico*. Capas con *Perisphinctes transiturius* y *Pygope diphya*. Fósiles recogidos.—*Cretáceo*. Neocomiense. Historia. Composición. Tramos. Datos locales y fósiles encontrados. Hiladas cretáceas superiores a las del neocomiense.—Comparación de los depósitos jurásicos y cretáceos de la región subbética con los de Cádiz, Portugal, Teruel, Argelia, Murcia, Baleares, Sicilia, Apeninos, Verona, Lombardía, Tirol y Provenza.—*Sistema eoceno*. Historia. Descripción litológica. Datos locales. Sistema *mioceno*. Mioceno medio. Tramo helvético. Mioceno superior. Tramo tortonés y sarmático. Tramo mesinense. Datos locales y fósiles recogidos.—*Sistema plioceno*.—*Relaciones y comparación de los tramos terciarios con los de otras comarcas*. Mioceno. *Tramo helvético*. Cádiz.

Alicante. Baleares. Córcega. Italia. Argelia. Túnez. Libia. Cuenca de Viena.—Tramo *tortonés*. Liguria. Sicilia. Baden.—Tramo *mesinense*. Sicilia. Italia. Pikermi. Cucuron. Belvédère. Oviedo. Ciudad Real. Guadalajara. Navarra. Zaragoza. Huesca y Valladolid. Madrid. Alicante y Teruel.—Plioceno. Monte Mario. Argelia. Rosellón. Almería.—*Terrenos cuaternarios y recientes*. Historia. Aluviones antiguos. Brechas superficiales. Tobas y travertinos. Aluviones modernos.—*Rocas hipogénicas*.—Descripción orográfica de la región. Sierra de Abdalajís. Sierra del Torcal y del Camorro. Sierras de Saucedo y del Gibalto. Sierras de Alfarnate, de Marchamonas y de Zafarraya. Cuenca de Zafarraya. Sierra de las Cabras. Sierra Elvira. Sierras de Antequera y de los Hachos de Loja. Sierra Parapanda. Sierra de Montefrío. Serrejón de Hachuelo. Sierra Pelada. Sierra Tiñosa. Cuenca de Granada.—*Historia geológica de la región estudiada*. Correspondencia de los fenómenos geológicos de la región con los coetáneos de los Alpes, del Ródano, Hainaut, etc.

DRASCHE (SR. RICHARD VON).—*Bosquejo geológico de la zona superior de Sierra Nevada*.—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 353 a 388, con 2 grabados en el texto.—Una lámina (Mapa geológico, en bosquejo), en escala de 1 : 400.000).

Sumario: Reseña geográfica.—*Rocas cristalinas*.—Pizarras arcillosas y micáceas. Calizas y filadíos.—*Rocas jurásicas*.—Calizas.—*Rocas terciarias*. Formación yesosa. Gonfolitas miocenas. Calizas miocenas.—*Rocas modernas*. Formación de Guadix. Conglomerados de la Alhambra. Aluviones.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 22 y 88.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL), LASALA (DON JUAN PABLO), CORTÁZAR (D. DANIEL DE) y GONZALO Y TARÍN (DON JOAQUÍN).—*Comisión para el estudio de los terremotos de Andalucía. Informe dando cuenta de los trabajos en 7 de marzo de 1885*.—(BOLETÍN, XII, 1885, págs. 1 a 107.—Dos láminas. (Véase ANDALUCÍA).

GONZALO Y TARÍN (D. JOAQUÍN).—*Reseña física y geológica de la provincia de Granada*.—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 1 a 99, con

35 grabados en el texto.—Una lámina (Bosquejo geológico, en escala de 1 : 800.000).

Sumario: GEOGRAFÍA. Situación. Límites y población.—*Orografía. Hidrografía*. Ríos y arroyos.—*Climatología*.—GEOLOGÍA. Ojeada de conjunto.—*Época primaria*. Período *estrato-cristalino*. *Época paleozoica*. Sistema *siluriano*. Comparación con las rocas que componen este sistema en las provincias de Huelva, Sevilla y Badajoz. Carencia de fósiles. Caracteres petrológicos y estratigráficos.—*Época secundaria*. Sistema *triásico*. Caracteres mineralógicos. Composición. Rocas hipogénicas. Sistema *jurásico*. Grupos liásico, oolítico y titónico. Rocas y fósiles. Sistema *cretáceo*. Límites probables. Rocas.—*Época terciaria*. Sistema *eoceño*. Generalidades. Datos locales. Sistema *mioceno*. Disposiciones geográficas. Origen de los sedimentos miocenos. Efectos dinámicos. Datos locales. Fósiles hallados. Sistema *plioceno*. Escasez de fósiles. Caracteres mineralógicos y estratigráficos.—*Época postterciaria*. Sistema *pleistoceno*. Composición. Datos locales.—CRIADEROS MINERALES. Aluviones auríferos. Criaderos de plata. Criaderos de mercurio. Criaderos de cobre argentífero. Criaderos de plomo. Criaderos de cinc. Criaderos de hierro. Criaderos de azufre, nitro y sal común. Lignitos. Materiales de construcción. Datos estadísticos.

GUILLEMÍN-TARAYRE. — *Constitución mineralógica de Sierra Nevada*.—BOLETÍN, XII, 1883, págs. 165 a 168.

KILIAN (M. W.).—*Posición de algunas rocas ofíticas en el norte de la provincia de Granada*.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 237 a 241, con dos grabados en el texto.

NICKLÉS (M. RENÉ).—*Nota acerca de los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante*, traducido por D. Rafael Sánchez Lozano.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 145 a 149.

—*Los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, páginas 35 a 39.

—*Sobre la existencia de fenómenos de cobijadura en la zona sub-bética*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 41 a 43.

—*Fenómenos de cobijadura en España, en la zona sub-bética*.—

BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 77 a 103, con 23 grabados en el texto.

O'SHEA (D. GUILLERMO) y DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE).—*Estudio de los criaderos de azufre de Benamaurel (Granada)*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 229 a 251. Cuatro láminas (Plano de los criaderos de azufre de la Cañada de Macilate a la del Carril, en escala de 1 : 20.000).—Plano de los criaderos de azufre del Llano de la Marchita, Barranco del Mamón y Barranco del Aguilón, en escala de 1 : 20.000. Croquis de la demarcación de la mina de azufre denominada «Benamaurel», en escala de 1 : 100.000.—Cortes geológicos).

RUBIO (D. JOSÉ MARÍA) y GAVALA (D. JUAN).—*Yacimientos de molibdeno en las provincias de Granada y Almería*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 165 a 193. Una lámina (Yacimientos de molibdeno; mapa en escala de 1 : 250.000).

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y en Granada*.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 233 a 244.

—*Nota referente a varios yacimientos de minerales de plomo, de la vertiente septentrional de Sierra Nevada*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 25 a 34.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas X (primera edición, 1891), XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892), XIV (primera edición, 1861; segunda edición, 1896) y XV (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas números 44, 45 y 52; 1918, 53.

Guadalajara.

ALVAREZ ARAVACA (D. MARIANO).—*Estudios hidro-geológicos. Provincia de Guadalajara. Cuenca del Tajo. Zona sub-occidental, que incluye las formaciones geológicas diluvial, aluvial y terciaria*.—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), páginas 227 a 280. (En el BOLETÍN XXX, 1909, aparece publicado el mapa correspondiente a este trabajo.)

ARÁNZAZU (ILMO. SR. D. JUAN MANUEL).—*Apuntes para una descripción físico-geológica*.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 1 a 47.—Una lámina (Mapa geológico, en bosquejo, en escala de 1 : 100.000).

CASTEL (D. CARLOS).—*Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara*.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 331 a 395; VIII, 1881, págs. 157 a 264, con 17 grabados en el texto y una lámina (Mapa geológico, en bosquejo, en escala de 1 : 400.000); IX, 1882, págs. 123 a 214.

Sumario: DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación. Límites.—*Orografía*. Regiones. Sierras. Altitudes.—*Hidrografía*. Cuenca del Jarama. Cuenca del Henares. Cuenca del Tajuña. Cuenca del Tajo. Cuenca del Xiloca. Lagunas. Fuentes. Aguas minerales.—*Climatología*. Temperatura del agua de los pozos y fuentes. Temperaturas medias. Regiones. Región baja. Región montana. Región sub-alpina. Región alpina.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Período estrato-cristalino.—Gneis, micacita y cuarzo. Datos estratigráficos.—Período siluriano. Consideraciones generales. Datos locales.—Período devoniano.—Período carbonífero. Datos estratigráficos y paleontológicos.—Período triásico. Rocas. Estratigrafía. Tramos.—Período jurásico. Rocas y fósiles.—Período cretáceo. Datos locales.—Período terciario. Período diluvial.—Período aluvial. Elementos componentes.—*Rocas eruptivas*. Minerales recogidos en la provincia.—DESCRIPCIÓN AGRÍCOLA y FORESTAL. Suelo. Vegetación espontánea. Su distribución en regiones botánicas e influencia de la constitución geognóstica del suelo.—Catálogo de las plantas recogidas en la provincia de Guadalajara.—Agricultura. Región del olivo. Región de la vid. Región de los cereales.—Horticultura.—Montes.—Catálogo de las plantas leñosas o forestales espontáneas recogidas en la provincia de Guadalajara.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 23, 24 y 87.

KINDELÁN (D. VICENTE).—*Criaderos de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel*.—MEMORIAS, 1918, págs. 1 a 176, con 8 grabados en el texto, 19 fotograbados y 5 microfotogra-

fías en color. Seis láminas (I. Mapa de los distritos terríferos, en escala de 1 : 800.000.—II. Mapa geológico de la zona de hierros de los términos de Hombrados, El Pobo, Setiles, Tordesilos y Ojos Negros, en escala de 1 : 50.000.—III y IV. Cortes geológicos.—V. Yacimientos de hierro de Sierra Menera. Plano parcial de las concesiones mineras y de los yacimientos de Ojos Negros, Setiles y Tordesilos, en escala de 1 : 25.000.—VI. Bosquejo geológico de la zona de hierros del término de Almohaja a (Teruel), en escala de 1 : 20.000).

MALLADA (D. LUCAS).—*Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España.*—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 195 a 198.

MARTÍN DONAYRE (SR. D. FELIPE).—*Datos geológico-mineros recogidos en la provincia de Guadalajara y en el termino de Valdesotos.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 267 a 270.

NARANJO (D. ENRIQUE).—*Estudios geológico-mineros del distrito de Guadalajara.*—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), páginas 281 a 295.

PALACIOS (D. PEDRO).—*Reseña física y geológica de la parte NO. de la provincia.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 321 a 351, con cuatro grabados en el texto y una lámina (Bosquejo geológico, en escala de 1 : 400.000).

Sumario: *Orografía.* Sierras. Mesas. Valles. Cuadro de alturas.—*Hidrografía.* Río Jarama. Río Sorbe. Río Bornoba. Río Cañamares.—*GEOLOGÍA.* Rocas eruptivas. Período estrato-cristalino.—Período siluriano.—Período devoniano.—Período carbonífero.—Período triásico.—Período jurásico.—Período cretáceo.—Período cuaternario.—Catálogo de rocas recogidas en la parte NO. de la provincia de Guadalajara.

RANZ, AULÉS (D. MANUEL).—*Minerales de hierro en la región NO. de la provincia de Guadalajara.*—MEMORIAS, 1918, páginas 179 a 226, con 4 grabados en el texto y 7 fotograbados. Una lámina (Mapa geológico del término de Cañamares (Guadalajara), en escala de 1 : 25.000).

Sumario: Descripción general.—Notas geológicas.—Algunos lugares donde aparecen minerales de hierro rellenando rocas y

fisuras, entre rocas silurianas; brechas ferruginosas de la época cuaternaria.—Génesis probable de los yacimientos.—Minerales de hierro en el triásico, cretáceo y mioceno.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894) y VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 20, 21, 28 y 29.

Guipúzcoa.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa.*—MEMORIAS, 1884 (publicado en 1886).—Un volumen en 4.º de 175 páginas, con 12 grabados intercalados en el texto y nueve láminas (I. Mapa geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000.—II. Ocho cortes geológicos.—III. Dos figuras de una misma sección del granito de la Peña de Aya, observada una con luz natural, y la otra con luz polarizada y nícoles cruzados.—IV. Una sección de un ejemplar de granito, procedente de una galería de las minas de hierro del macizo de Aya, y otra de una muestra de la misma roca procedente de Endalarza.—V. Una sección de una muestra de granito con cuarzo de corrosión, procedente de la Cascada, y otra de ofita del manchón entre Zumárraga y Azcoitia.—VI. Secciones de ofita de entre Zumárraga y Azcoitia y de entre Villabona y Asteasu.—VII. Secciones de ofita de Otarra y Motrico.—VIII. Secciones de ofita alterada y de ofita amigdaloides de Tolosa.—IX. Representación de dos especies nuevas del género *Cassiope*).

Sumario: Prólogo.—Primera parte. DESCRIPCIÓN FÍSICA.—I. Situación, límites, extensión.—II. *Topografía.* Cuadro de altitudes.—III. *Climatología.*—IV. *Sismología.*—Segunda parte. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. ROCAS SEDIMENTARIAS SERIE PRIMERA. Sistemas cambriano y siluriano.—Sistema devoniano.—Sistema carbonífero.—SERIE SECUNDARIA. Sistema triásico.—Sistema liásico.—Sistema cretáceo.—SERIE CUATERNARIA. I. Depósitos diluviales y recientes.—II. ROCAS HIPOGÉNICAS. Granito.—Ofita.—

III. CRIADEROS METALÍFEROS: Plomo.—Zinc.—Hierro.—Combustibles: Lignito.—Manantiales salinos.—IV. Manantiales minero-medicinales.—V. Movimientos orogénicos.—APÉNDICE. I. Explicación de las láminas que representan las diferentes secciones de rocas descritas.—II. Descripción de dos especies nuevas del género *Cassiope*, procedentes del sistema cretáceo inferior de Guipúzcoa, por D. Luis Mariano Vidal.

—*El país vasco en las edades geológicas.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 45 a 63. Una lámina (Mapa geológico del país vascongado, en escala de 1 : 400.000).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 24, 25 y 86.

GASCUE (D. FRANCISCO).—*Los trabajos romanos de Arditurri (Oyarzún).*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 217 a 229.

—*La situación de la antigua Oiasso.*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 231 a 237.

KINDELÁN (D. VICENTE).—*El cretáceo y el eoceno en Guipúzcoa.*—BOLETÍN, XL, 1919, con 21 fotograbados (Vista panorámica desde el islote de Guetaria a la cantera de Campalla.—Disposición de las capas de maciños y margas, en la carretera de Guetaria a Zumaya.—Capas de caliza arcillosa rojiza, a la entrada de Zumaya.—Areniscas con grietas de contracción debidas al sol.—Fósiles). Una lámina (Cretáceo y eoceno de Guipúzcoa. Plano en escala de 1 : 20.000.—Cortes geológicos).

Sumario: Introducción. Bibliografía.—*Infra-cretáceo.* Facies detrítica. Idem coralina.—*Cretáceo. Eoceno marino.*

MAESTRE (ILMO. SR. D. AMALIO).—*Reseña geológica de las Provincias Vascongadas.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 283 a 327.—Una lámina (Mapa geológico, en bosquejo, de las Provincias Vascongadas, en escala de 1 : 500.000).

MALLADA (D. LUCAS).—*Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España.*—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 199 a 203.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico*

de España, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 4000.000.—Hoja III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hoja núm. 13.

COMISIÓN DE MERIDIANAS.—*Memoria de las operaciones verificadas en Palencia, Barruelo, San Sebastián y Palma de Mallorca.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 433 a 560.

Huelva.

CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Las diabasitas de la provincia de Huelva.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 259 a 269.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico en España en 1.º de julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, páginas 25, 26 y 88.

GONZALO Y TARÍN (D. JOAQUÍN).—*Reseña geológica de la provincia.*—BOLETÍN, V, 1878, págs. 1 a 138.—Dos láminas (Mapa geológico y topográfico, en bosquejo, de la provincia, en escala de 1 : 600.000, y Mapa geológico de la zona central minera, en escala de 1 : 200.000).

Sumario: RESEÑA GEOGRÁFICA. *Orografía.* Comarcas. La sierra Alta. La sierra de Andévalo. La Campiña. Costa y marismas.—*Hidrografía.* RESEÑA GEOLOGICA. Época primaria. Período estrato-cristalino. Extensión del sistema. Grupo del gneis. Grupo de las talcocitas cristalinas. Grupo de las talcocitas filadiformes. Terreno paleozoico. Sistema carbonífero. Época secundaria. *Triásico.* Época terciaria. *Mioceno. Plioceno.* Época cuaternaria. *Pos-plioceno.* Reciente. Rocas hipogénicas y metamórficas.

—*Nota acerca de la existencia de la tercera fauna siluriana en la provincia.*—BOLETÍN, V, 1878, págs. 311 a 313.

—*Dos palabras acerca de la geología de Huelva.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 609 a 616.

—*Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva.*—MEMORIAS: 1886, 1887, 1888.—(PRIMERA PARTE, 1886). *Descripción física:* Un tomo de 274-iv páginas en 4.º—Cuatro láminas (Cuadros gráficos de nacimientos y defunciones.—Pozos artesianos de Huelva y Aljaraque.—Rosas de los vientos más

frecuentes en Huelva (ciudad).—Mapa corográfico de la provincia, en escala de 1 : 400.000.—(SEGUNDA PARTE, 1887). *Descripción geológica*: Un tomo de 394-VIII páginas en 4.º, con 49 grabados en el texto.—Siete láminas (Mapa geológico y topográfico de la provincia, en escala de 1 : 400.000.—Cortes geológicos.—Especies fósiles del Culm. [*Posidonomya Barroisi*, nov. sp.; *P. Gonzaloi*, nov. sp.; *P. Cortazari*, nov. sp.; *Edmondia Mac Phersoni*, nov. sp.; *Streblopteria Egozuei*, nov. sp.].—Posición de las enfilaciones que en cada uno de los años que se expresan debieron tomar los buques para entrar en el puerto de Huelva, en escala de 1:200.000).—(TERCERA PARTE, 1888). — *Descripción minera*: Un tomo de 660-VII páginas en 4.º—Cuarenta y una láminas (1. Herramientas prehistóricas halladas en la provincia.—2. Tornillo de Arquímedes hallado en las labores antiguas de la mina «Coronada».—3. Disposición en que se encontraban las dos parejas más altas de una instalación de ruedas para elevar el agua: minas de Tharsis.—4. Plano y detalle de una de estas ruedas.—5. Rueda de la época romana, encontrada en las minas de San Domingos (Portugal).—6. Rueda de la misma época descubierta en el criadero del Norte de las minas de Riotinto.—7. Restos de un horno de la misma época descubierta en los escoriales de Tharsis.—8. Plano de conjunto del terreno en que radican los criaderos de Riotinto, en escala de 1 : 30.000.—9. Plano y corte de los criaderos del Sur de las minas de Riotinto, en escala de 1 : 5.000.—10. Plano y cortes del criadero del Norte de las minas de Riotinto, en escala de 1 : 5.000.—11. Plano de conjunto del terreno en que se hallan los criaderos de Tharsis, en escala de 1 : 20.000.—12. Plano y cortes de los criaderos del Norte en las minas de Tharsis, en escala de 1 : 5.000.—13. Minas de Tharsis. Criaderos del Centro y del Sur, en escala de 1 : 5.000.—14. Mina «La Zarza», en escala de 1 : 25.000.—15. Mina «La Zarza», detalles, en escala de 1 : 5.000.—16. Minas de «Cala», en escala de 1 : 16.000.—17. Mina «Peña del Hierro», en escala de 1 : 5.000.—18. Mina «Chaparrita», en escala de 1 : 2.000.—19. Mina «Poderosa», en escala de 1 : 2.000.—20. Mina «Concepción», en escala de 1 : 2.000.—21. Mina «San Miguel», en escala de 1 : 2.000.—22. Mina «Cueva de la Mora», en escala de 1 : 2.000.—23. Mina «Herrerías de los Confesonarios», en esca-

la de 1 : 5.000.—24. Mina «El Lomero», en escala de 1 : 2.000.—25. Minas de «San Telmo», en escala de 1 : 10.000.—26. Minas de «San Telmo», detalles, en escala de 1 : 2.000.—27. Criaderos del Carpio (Cortegana), en escala de 1 : 2.000.—28. Mina «Joya», en escala de 1 : 2.000.—29. Mina «San Julián», en escala de 1 : 2.000, y mina de «El Tinto», en escala de 1 : 10.000.—30. Mina «Sotiel-Coronada», en escala de 1 : 10.000.—31. Criaderos de las minas del «Sotiel» y «La Coronada», en escala de 1 : 10.000.—32. Criadero de las minas «Poderosa» y «California», en escala de 1 : 2.000.—33. Situación de los criaderos Lapilla, Almagrera y Vulcano, en escala de 1 : 10.000.—34. Mina «Lapilla», en escala de 1 : 2.000.—35. Mina del «Lagunazo», en escala de 1 : 2.000.—36. Las Cabezas de los Pastos, en escala de 1 : 6.500.—37. Mina de «Las Cabezas de los Pastos», en escala de 1 : 2.000.—38. Mina de «Las Herrerías», en escala de 1 : 2.000.—39. Minas del «Peñasco» y del «Peñasquillo».—40. Mina del «Castillo de Palancos», en escala de 1 : 800.—41. Mapa geológico de la zona central minera de la provincia, en escala de 1 : 200.000).

Sumario: DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación. Superficie. Límites. OROGRAFÍA. *Regiones y comarcas*. Comarca de la Sierra Alta o de Aracena.—Comarca del Andévalo.—Comarca de la Campiña.—Comarca de la Costa.—Cordilleras y cerros.—Valles.—Llanuras.—Cuadro de altitudes.—*Hidrografía*. Cuencas. Río Guadiana. Ribera de Múrtiga. Arroyo Murtigón. Arroyo Zafarejo. Río Chanza. Río Piedras. Río Odiel. Río Tinto. Río Guadalquivir.—Otras corrientes que forman pequeñas cuencas de primer orden.—*Aguas estancadas*. Lagunas. Lagunajos y charcos. Pantanos.—*Aguas subterráneas*. Fuentes ordinarias.—Fuentes minerales.—Aguas alumbradas por pozos ordinarios o galerías.—Aguas artesianas. Pozos artesianos de Huelva y Aljaraque.—*Meteorología*. Meteorología exógena. Sismología.—Nota acerca de la agricultura de la provincia. Ideas generales acerca de las tierras de labor.—Naturaleza del suelo en la provincia de Huelva y sus aplicaciones.—Catálogo de las especies vegetales espontáneas y cultivadas reconocidas en la provincia de Huelva.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Reseña general. Sistema estratocristalino. División y clasificación. Grupo inferior o del gneis común. Grupo superior o de las micacitas, talquitas y filitas.—

Sistema cambriano. Cambriano superior. Composición y datos locales. Metamorfosis de las rocas cambrianas.—Sistema siluriano. Siluriano superior. Capas fosilíferas. Rocas esenciales. Datos locales.—Direcciones e inclinaciones observadas en los estratos silurianos.—Metamorfosis en los depósitos silurianos.—Sistema carbonífero. Grupo inferior. Tramo del *Culm.* División. Datos estratigráficos. Metamorfosis de las rocas del *Culm.*—Sistema triásico.—Sistema mioceno. Rocas y fósiles.—Sistema plioceno. Datos locales. Fósiles.—Sistema diluvial.—Sistema aluvial.—ROCAS HIPOGÉNICAS. Serie antigua.—*Rocas ácidas.* Granitos. Sienitos. Pórfidos.—*Rocas básicas.* Rocas anfibólicas. Dioritas. Kersantitas o dioritas micáceas.—Rocas piroxénicas. Diabasas. Porfiritas diabásicas.—APÉNDICE. *Descripción de los fósiles del Culm de Huelva*, por D. Lucas Mallada.—DESCRIPCIÓN MINERA. Introducción.—HISTORIA. *Tiempos protohistóricos.*—*Tiempos históricos.* Período fenicio. Período romano. Período árabe. Edad media. Período moderno.—*Criaderos metalíferos.* Teorías emitidas acerca del origen de los criaderos metalíferos.—Formación de los criaderos metalíferos de Huelva.—*Criaderos de relleno.* Piritas. Manganesos. *Criaderos metamorfoseados.*—*Criaderos sedimentarios.*—*Criaderos de segregación.* Menas de cobre. Plomos. Antimonios. Hierros magnético, oligisto y hematites parda. Reseña de los criaderos. [En cada una de las clases enumeradas se describen éstos, haciendo constar en cada uno los elementos constitutivos, los caracteres exteriores, la composición, los detalles más importantes y los datos industriales.]—*Criaderos de substancias pétreas.* Ocre y almagras. Barita. Amianto y asbesto. Esteatitas. Jaspes. Alabastrites. Calizas. Arcillas comunes y refractarias.—APÉNDICE. Nota acerca del beneficio de la pirita en la provincia de Huelva.—Cuadros estadísticos complementarios.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas IX (primera edición, 1891), X (primera edición, 1891), XIII (primera edición, 1891) y XIV (primera edición, 1891; segunda edición, 1896).—Edición económica, 1892, hojas núms. 42, 43, 50 y 51.—1918, 43.

Huesca.

BENTABOL (D. HORACIO).—*Informe emitido sobre las probabilidades de encontrar nuevas aguas subterráneas en el termino de Adahuesca (Huesca).*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 259 a 272, con un grabado en el texto. Una lámina (Plano de los alrededores de Adahuesca).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 26, 27 y 85.

GOURDON (M. MAURICE).—*Nota acerca del yacimiento de la Pistomesita, descubierto a las inmediaciones de la Murria en Mayo de 1888.*—BOLETÍN, XV, 1888 (publicado en 1889), páginas 249 y 250.

MALLADA (D. LUCAS).—*Descripción física y geológica de la provincia de Huesca.*—MEMORIAS, 1878.—Un volumen en 4.º de xv-439 páginas, con 13 grabados (cortes geológicos) intercalados en el texto.—Dos láminas (I. Mapa geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000.—II. Cortes geológicos).

Sumario: Prólogo.—Primera parte. DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación, superficie, población y límites.—*Orografía e hidrografía de los Pirineos de Aragón.*—Valle de Ansó.—Valle de Hecho.—Valle de Aragués.—Valle de Ainsa.—Valle de Borau.—Valle de Canfranc.—Valle de Acumuer.—Valle de Aso.—Valle de Tena.—Valle de Broto.—Valle de Vió.—Valle de Puértolas.—Valle de Tella.—Valle de Bielsa.—Valle de Gistain.—Valle de Benasque.—Valle del Isabena.—Valle del Noguera Ribagorzana.—Cuadro de altitudes de la región pirenaica de la provincia de Huesca.—*Orografía de la región subpirenaica.* Cuenca del Aragón.—Cuenca del Gállego.—Cuenca del Cinca.—Cuenca del Noguera Ribagorzana.—Cuadro de altitudes de la región subpirenaica de la provincia de Huesca.—*Región meridional.*—Cuadro de altitudes de la región meridional.—*Cavernas.*—Ríos Aragón, Gállego, Cinca y Noguera Ribagorzana.—*Fuentes.* Fuentes medicinales.—*Climatología.*—Segunda parte. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Introducción.—*Formación granítica.*—**T**

TERRENO DE TRANSICIÓN.—Sistema cambriano.—Siluriano superior y devoniano inferior.—Sistema carbonífero.—TERRENO SECUNDARIO. Sistema triásico. Arenisca roja.—Muschelkalk.—Formaciones eruptivas asociadas al triás.—Composición de las llamadas ofitas de Palassou.—Origen de las ofitas.—Edad de las ofitas.—Sistema jurásico. Lías.—Sistema cretáceo.—Cretáceo inferior.—Cretáceo superior.—TERRENO TERCIARIO. Terciario marino. Grupo numulítico. Eoceno lacustre. Mioceno.—TERRENO CUATERNARIO. Movimientos que ha sufrido la corteza del globo en la provincia de Huesca.—Fallas de la región pirenaica.—Fallas de la región subpirenaica.—Efectos causados por la denudación.—DATOS MINEROS.—*Criaderos metalíferos*. Criaderos de cobalto.—Criaderos de galena.—Criaderos de cobre, de antimonio y de hierro.—Manantiales salados.—APÉNDICES. I. Descripción de algunas especies nuevas del grupo numulítico.—II. Catálogo de las especies fósiles recogidas en la provincia de Huesca.—III. Catálogo de rocas de la provincia de Huesca.—IV. Catálogo de minerales.

PISANI Y DAUBRÉE.—*Meteorito de Roda*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 277 y 278.

VIDAL (D. LUIS MARIANO).—*Yacimiento de la «Aerinita»*.—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 113 a 121.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas 13, 14, 21 y 22.

Jaén.

ENGLISH (D. GUILLERMO).—*Un sondeo en Linares (Jaén)*.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 245 a 252.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 28 y 89.

GARCÍA ARAUS (D. FRANCISCO).—*Datos geológico-mineros*.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 273 a 283.

HERRERA (D. ALBERTO).—*Datos geológico-mineros*.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 173 a 179.

MALLADA (D. LUCAS).—*Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén*.—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 9 a 55.—Una lámina (Bosquejo geológico, en escala de 1 : 800.000).

Sumario: Ojeada geográfica.—ROCAS HIPOGÉNICAS. Granito. Ofita.—SERIE SEDIMENTARIA. Cambriano. Siluriano. Triásico. Jurásico. Cretáceo. Eoceno. Mioceno. Cuaternario. Depósitos recientes.

NARANJO (D. ENRIQUE).—*Datos geológico-mineros. Termino de La Carolina*.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 235 a 259.

NICKLÉS (M. RENÉ).—*Fenómenos de cobijadura en España, en la zona sub-bética*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 77 a 103, con 23 grabados en el texto.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas X (primera edición, 1891), XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892) y XIV (primera edición, 1891; segunda edición, 1896).—Edición económica, 1892, hojas núms. 44, 45 y 52.

León.

BARROIS (M. CHARLES).—*Nota acerca del sistema devoniano de la provincia de León*.—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 91 a 95.

—*El mármol amigdaloides de los Pirineos (cantábricos)*.—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 131 a 155.—Dos láminas (*Phillipsia Castroi*, n. sp.; *Gomiatites Malladae*, n. sp.).

Sumario: Reseña histórica.—Fauna del mármol amigdaloides.—Posición de esta fauna en la serie estratigráfica (carbonífero).—Extensión de la fauna.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 28 a 30 y 89.

MALLADA (D. LUCAS) y BUITRAGO (D. JESÚS).—*La fauna primordial a uno y otro lado de la cordillera cantábrica*.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 177 a 194, con seis grabados en el texto.

MALLADA (D. LUCAS).—*Datos para el estudio geológico de la cuenca hullera de Ciñera y Matallana*.—BOLETÍN, XIV, 1887 (publicado en 1889), págs. 173 a 207, con tres grabados en el texto.

Sumario: *Constitución geológica de la región*. Cambriano. Siluriano. Devoniano. Carbonífero.—Relaciones estratigráficas. Datos locales.—*División en grupos*. Grupo de Ciñera. Grupo de los puertos de Don Diego. Grupo de Matallana.

—*Notas para el estudio de la cuenca hullera de Valderrueda (León) y Guardo (Palencia)*.—BOLETÍN, XVIII, 1891 (publicado en 1892), págs. 467 a 496.—Una lámina (Plano geológico de la cuenca, en escala de 1 : 100.000).

Sumario: Límites, extensión y secciones de la cuenca.—Caracteres estratigráficos.—Examen de las capas de hulla.—Caracteres generales de los carbones y valoración aproximada de la cuenca.

—*Descripción de la cuenca carbonífera de Sabero (León)*.—BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), págs. 1 a 65, con ocho grabados en el texto. Una lámina (Plano de la cuenca hullera de Sabero, en escala de 1 : 20.000).

MONREAL (D. LUIS NATALIO).—*Datos geológicos acerca de la provincia de León, recogidos durante la campaña de 1877 a 1878*. BOLETÍN, V, 1878, págs. 201 a 207.

—*Datos geológicos, acerca de la provincia de León, recogidos durante la campaña de 1878 a 1879*.—BOLETÍN, VI, 1879, páginas 311 a 320.

—*Datos geológicos acerca de la provincia de León, recogidos durante la campaña de 1879 a 1880*.—BOLETÍN, VII, 1880, páginas 233 a 239.

OCHLERT (M. D. P.).—*Fósiles devonianos de Santa Lucía*. Traducción por D. Rafael Sánchez Lozano.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 81 a 151, con 12 grabados en el texto. Tres láminas (Fósiles devonianos).

—*Fósiles devonianos de Santa Lucía (SEGUNDA PARTE)*. Tra-

ducción de D. Rafael Sánchez Lozano.—BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), págs. 67 a 87, con 12 grabados en el texto. Una lámina (Fósiles devonianos).

RUBIO (D. ANGEL).—*Reseña físico-geológica del valle de la Ceana*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 333 a 345.—Una lámina (Bosquejo topográfico y geológico del valle de la Ceana y sus inmediaciones, en escala de 1 : 200.000).

Sumario: DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA. GEOLOGÍA. Sistema posplioceno. Sistema carbonífero. Datos estratigráficos. Sistema devoniano.—Sistema siluriano. Rocas principales y detalles estratigráficos.—Minerales útiles.—Rocas hipogénicas.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas I (primera edición, 1892; segunda edición, 1896), II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895) y VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894).—Edición económica, 1892, hojas núms. 10, 11 y 19 (segunda edición, 1894).

Lérida.

(ANÓNIMO).—*Relación de los terremotos sucedidos en la ciudad de Urgel y pueblos vecinos en el mes de enero de 1788*.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 269 a 271.

ALMERA (D. JAIME).—*Historia natural relativa al sitio en que brotan las aguas minero-medicinales de Vallfogona de Riucorp*.—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 95 a 99.

BAUZÁ (ILMO. SR. D. FELIPE).—*Breve reseña geológica de las provincias de Tarragona y Lerida: Lérida (Memoria póstuma)*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 120 a 123.

Sumario: Formaciones eruptivas.—Sistema metamórfico.—Sistema siluriano.—Sistema carbonífero. *Formación hullera*. Sistema triásico.—Sistema jurásico.—Sistema cretáceo.—Terrenos terciarios. *Formación numulítica*. Criaderos salinos. Lignitos.—Sistema mioceno. Lignitos.

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*El hundimiento de Puigcercós en 13 de enero de 1881*.—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 349 a 355.

COSSMANN (M.).—*Estudio de algunos moluscos eocenos del Pirineo catalán*.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), páginas 167 a 198. Cinco láminas (Moluscos eocenos del Pirineo catalán).

—*Estudio de algunos moluscos eocenos del Pirineo catalán*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 135 a 151. Dos láminas (Fósiles; moluscos eocénicos).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 30, 31 y 85.

RUBIO (D. CÉSAR) y MARÍN (D. AGUSTÍN).—*Sales potásicas en Cataluña*.—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), páginas 173 a 230, con 5 grabados en el texto. Tres láminas (I. Bosquejo geológico de la comarca, en escala de 1 : 400.000.—II. Región de Suria; plano en escala de 1 : 20.000.—III. Trabajos mineros de la concesión «Roumanie». Pozo maestro; plano en escala de 1 : 500).

—*Sales potásicas de Cataluña*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, páginas 349 a 384. Seis láminas (Mapa de la cuenca de sales potásicas de Cataluña, en escala de 1 : 150.000.—Emplazamiento del sondeo núm. 1, de Casa Botines.—Emplazamiento del sondeo núm. 2, de Llardella.—Emplazamiento del sondeo núm. 3, de Casa del Marqués.—Emplazamiento del sondeo núm. 4, de Casa de Vila.—Emplazamiento del sondeo núm. 5, de Torá).

VIDAL (D. LUIS MARIANO).—*Datos para el conocimiento del terreno «garumnense» de Cataluña*.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 209 a 247.—Láminas 1.ª a 7.ª (Fósiles) y 8.ª (Cortes geológicos).

—*Geología de la provincia de Lérida*.—BOLETÍN, II, 1875, páginas 273 a 349.—Lámina B (Cortes geológicos).

Sumario: TRANSICIÓN. Sistema siluriano: grupo superior. Fósiles encontrados.—Sistema devoniano. Detalles geológicos y orográficos. Datos estratigráficos.—Sistema carbonífero. Grupo hullero. Navinés y Erill-Castell.—SECUNDARIO. Sistema triásico: grupos inferior y medio. Detalles petrográficos y estratigráficos.

Sistema jurásico. Liásico. Noticias paleontológicas. Rocas hipogénicas.—Sistema cretáceo. Situación geográfica. Grupo inferior. Tramos. Orografía.—Minerales útiles o grupo superior. Tramos. Rocas ofíticas. Detalles estratigráficos y paleontológicos. Minerales útiles. Nuevos datos acerca del tramo garumnense.—TERCIARIO. Sistema inferior. Grupo numulítico. Conglomerados supra-numulíticos.—Sistema superior.—*Diluvium*.—Catálogo de las especies fósiles citadas en este bosquejo.

—*Noticia acerca del sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña*.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 309 a 334.—Láminas (*Chama Gasoli*, nov. sp. *Monopleura Montsecana*, nov. sp. *M. minuta*, nov. sp. *Requienia Moroi*, nov. sp. *Hippurites Montsecanus*, nov. sp. *Hip. Maestrei*, nov. sp. *Radiolites Moroi*, nov. sp. *R. Osenensis*, nov. sp. *R. angulosus*, d'Orb., var. *ibericus*. *R. laciniatus*, nov. sp. *Sphaerulites Ageriensis*, nov. sp.).

—*Nota acerca de los hundimientos ocurridos en la cuenca de Tremp*.—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 113 a 129.

—*Yacimiento de la «Aerinita»*.—BOLETÍN, IX, 1882, páginas 113 a 121.

—*Nota geológica y paleontológica sobre el jurásico superior de la provincia de Lérida*.—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 17 a 55, con 13 grabados en el texto. Seis láminas (Fósiles).

—*Excursiones verificadas durante la reunión de la Sociedad Geológica de Francia, en Barcelona, en septiembre y octubre de 1898*.—*Excursión de la provincia de Lérida*.—BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), págs. 339 a 358, con 7 grabados en el texto.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893), IV (primera edición, 1890; segunda edición, 1893), VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893 y VIII (primera edición, 1890).—Edición económica, 1892, hojas números 14, 15, 22 y 23.

Logroño.

ARÁNZAZU (ILMO. SR. D. JUAN MANUEL).—*Apuntes para una descripción físico-geológica*.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 1 a 47.—

Una lámina (Mapa geológico, en bosquejo, en escala de 1 : 1.000.000.

EGOZCUE Y CÍA (D. JUSTO).—*Nota acerca de la constitución geognóstica del suelo de Arnedillo, y explicación de un accidente, que se supuso volcánico, ocurrido en los días 1.º y 2 de Abril de 1875.*—BOLETÍN, II, 1875, págs. 241 a 268.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 31, 32 y 87.

GARÍN Y MODET (D. JUAN).—*Nota acerca de algunas exploraciones practicadas en las cavernas de la cuenca del río Iruega, provincia de Logroño.*—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 123 a 150, con 26 grabados en el texto. Cuatro láminas (I. Planta y corte vertical de la cueva de la Viña, en escala de 1 : 200.—II. Cortes verticales y planta, en croquis, de la cueva del Tajón.—III. Corte y planta, en croquis, de la cueva superior de la Peña de la Miel.—IV. Croquis, en planta, de la cueva Lóbrega).

PALACIOS (D. PEDRO) y SÁNCHEZ (D. RAFAEL).—*La formación wealdense en las provincias de Soria y Logroño.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 109 a 140, con tres grabados en el texto y cinco láminas (Mapa geológico, en escala de 1 : 400.000, de la zona que ocupa la formación wealdense.—Cortes geológicos.—Fósiles [*Unio Idubetae*, n. sp.; *U. numantinus*, n. sp.]).

Sumario: Consideraciones generales. Aspecto especial que ofrece el terreno constituido por la formación wealdense.—Reseña orográfica de la región. Datos hidrográficos. Reseña geológica. Siluriano. Hullero. Triásico. Liásico.—Estudio detallado de los sedimentos superiores al liás. Rocas principales. Tramas en que pueden dividirse. Particularidades del terreno. Cortes geológicos. Minerales que se presentan en los estratos wealdenses. Descripción de los fósiles hallados.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*Descripción física, geológica y minera de la provincia de Logroño.*—MEMORIAS, 1894.—Un volumen en 4.º, de 548 páginas, con 63 grabados en el texto y 11 láminas (1.ª Bosquejo orométrico de la provincia de Logroño, en escala de 1 : 800.000.—2.ª Rosas de los vientos.—3.ª Laguna de

Urbión.—4.ª Pizarras silurianas a la salida de Posadas para la Demanda.—5.ª Areniscas triásicas de Ezcaray.—6.ª Torrecilla de Cameros, desde la cuesta de Nuestra Señora de Tomalos.—7.ª Villanueva de Cameros.—8.ª Las Conchas de Haro, desde la orilla del Ebro, al pie de la estación de San Felices.—9.ª Concha de la izquierda del Ebro, vista desde la entrada del túnel.—10.ª Areniscas y conglomerados miocenos, entre Torrecilla y Panzares.—11.ª Cerro de Cantabria, frente a Logroño). Seis láminas al final (I. Mapa geológico de la provincia de Logroño, en escala de 1 : 400.000.—II y III. Cortes geológicos.—IV y V. Fósiles wealdenses.—VI. Vista panorámica de Ezcaray).

Sumario: Prólogo.—Primera parte. DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación. Extensión. Límites.—*Orografía*. Región septentrional. Región meridional.—Resumen de la orografía de la provincia.—Cuadro de altitudes.—Nivelación de precisión del Instituto geográfico y estadístico.—*Hidrografía*. Consideraciones generales.—Río Ebro.—Afluentes del Ebro. Río Tirón.—Arroyo Zamaca.—Río Najerilla.—Arroyos Madres, Salado y de la Fuente.—Río Iruega.—Río Leza.—Río Cidacos.—Río Alhama.—Fuentes. Lagunas.—Aguas minero-medicinales.—*Climatología*. Meteoritos. *Sismología*.—*Población*.—Segunda parte. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. SERIE PRIMARIA. Sistema siluriano.—Sistema carbonífero.—SERIE SECUNDARIA. Sistema triásico.—Sistema liásico.—Sistema jurásico.—Sistema infra-cretáceo. Formación wealdense.—Urgoaptense.—Sistema cretáceo.—SERIE Terciaria. Sistema eoceno. Sistema mioceno.—SERIE CUATERNARIA. Sistema diluvial.—Sistema aluvial.—Fauna cuaternaria de algunas cavernas de la provincia y objetos prehistóricos encontrados en las mismas.—ROCAS HIPOGÉNICAS. Movimientos y denudaciones sufridos por el suelo.—Tercera parte. DESCRIPCIÓN MINERA. Datos históricos y estadísticos.—CRIADEROS METALÍFEROS. Hierro.—Plomo.—Cobre. CRIADEROS DE CARBÓN. Hulla.—Lignito.—CRIADEROS DE SULFATO DE SOSA Y CLORURO SÓDICO. Salinas.—Caolín, arcillas refractarias y arenas de cuarzo.—Azufre.—*Nota acerca de la Agronomía de la provincia de Logroño*. Suelos agrícolas originados por los diversos terrenos geológicos.—*Cultivos en general*.—Montes.—Cultivo agrícola.—APÉNDICE. Catálogo de rocas de la provincia de Logroño.—Catálogo de minerales.—Catálogo de plantas.

URRUTIA (D. PEDRO. LISARDO).—*Datos geológico-mineros.*—BOLETÍN, V, 1878, págs. 315 a 320.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas II (primera edición, 1891; segunda edición, 1895), III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893), VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894) y VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 12, 13, 20 y 21.

Lugo.

EGOZCUE Y CÍA (D. JUSTO).—*Extracto de las «Investigaciones sobre los terrenos antiguos de Asturias y Galicia,» por M. Charles Barrois.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 177 a 341.—Una lámina (Cortes geológicos).

Sumario: *Petrografía*. Granito de Lugo. Zona metamorfoseada por éste. Pórfido de Gondar.—*Estratigrafía*. Micacitas de Villalba, Goiriz, Abadín, Noche y Castromayor. Pizarras verdes de Gontán, Candía y Castromayor.—*Sistema cambriano*. Valle del Masma. Partido judicial de Fonsagrada. Alrededores de Rivadeo.—*Sistema siluriano*. Areniscas con *Scolithus* cerca del hospital de la Cuiña.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 32 y 83.

HERNÁNDEZ SAMPELAYO (D. PRIMITIVO).—*Estudio geológico de la provincia de Lugo.*—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 81 a 171, con 50 grabados en el texto y cuatro láminas, (Vistas de la Ría de Vivero y de la Ría de Rivadeo.—Plano de la Ría de Rivadeo.—Plano de la Ría de Vivero.—Costa de la provincia de Lugo, reducido del mapa de Galicia, en escala de 1 : 200.000).

—*Nota sobre la fauna paleozoica de la provincia de Lugo.*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 277 a 303, con dos grabados en el texto y nueve láminas (I. Mineral oolítico cloritoso-carbonatado con campo de girvanellas.—II. III. Ejemplares de cruciana.

IV. V. Campos de girvanella y afines.—VI. Diferentes tipos de girvanella.—VII. Girvanella filosa y laminarites.—VIII. Cilindrites.—IX. Esquema modificativo de las manchas paleozoicas de la provincia de Lugo).

—*Nota adicional al estudio de la denudación de la costa, en la provincia de Lugo.*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 304 y 305.

—*Algunos yacimientos prehistóricos de las provincias de Lugo y Madrid.*—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 281 a 292, con cinco grabados en el texto.

MALLADA (D. LUCAS).—*Datos geológico-mineros de varios criadero de hierro de España.*—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 198 y 199.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hoja I (primera edición, 1892; segunda edición, 1896).—Edición económica, 1892, hojas núms. 2 y 10.

Madrid.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Estudios hidrogeológicos.—Provincia de Madrid. Zona entre Madrid, San Martín de Valdeiglesias y el ferrocarril de Madrid a Alicante.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 297 a 320. Dos láminas (I. Mapa en escala de 1 : 100.000, de la zona entre Madrid, San Martín de Valdeiglesias y el ferrocarril de Madrid a Alicante.—II. Altura de lluvia anual).

BENTABÓL (D. HORACIO).—*Estudios hidrogeológicos.—Provincia de Madrid. Zona entre Torreldones, Navas del Rey y Madrid.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 209 a 240. Tres láminas (I. Mapa en escala de 1 : 100.000, de la zona comprendida entre Torreldones, Navas del Rey y Madrid.—II. Perfiles del terreno cuaternario.—III. Perfil y planta de un canal de absorción).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 33 a 35 y 81.

GARCÍA DEL CASTILLO (D. JUAN) y RUBIO (D. CÉSAR).—*Estudios hidrogeológicos.—Provincia de Madrid. Zona entre el ferrocarril del Norte y el de Madrid a Zaragoza.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, páginas 241 a 264. Una lámina (Mapa en escala de 1 : 100.000, de la zona entre el ferrocarril del Norte y el de Madrid a Zaragoza).

GIL Y MAESTRE (SR. D. AMALIO).—*Datos geológico-mineros sobre algunos grupos de minas del distrito de Madrid.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 283 a 288.

HERNÁNDEZ SAMPELAYO (D. PRIMITIVO).—*Algunos yacimientos prehistóricos de las provincias de Lugo y Madrid.*—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 281 a 292, con 5 grabados en el texto.

MALLADA (D. LUCAS).—*Aguas y pozos de los barrios bajos de Madrid.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 321 a 328.

MONTENEGRO (D. ANTONIO).—*Alumbramientos de aguas en Madrid.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 171 a 176.

RUBIO (D. CÉSAR) y KINDELÁN (D. ALFREDO).—*Continuación del estudio hidrológico de la cuenca del Tajo, al Norte de Madrid, entre los ferrocarriles del Norte de España y de Madrid a Zaragoza.*—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 9 a 29. Una lámina (Mapa topográfico, en escala de 1 : 100.000, de la zona Norte de la provincia de Madrid).

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*Nota sobre algunos criaderos argentíferos de los términos de La Acebeda y Robregordo (Madrid).*—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), páginas 151 a 166, con un grabado en el texto.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL) y ALVAREZ ARAVACA (D. MARIANO).—*Estudios hidrogeológicos.—Provincia de Madrid. Zona entre los ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y de Madrid a Cáceres y Portugal.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 265 a 295. Una lámina (Mapa en escala de 1 : 100.000, de la zona entre los ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y de Madrid a Cáceres y Portugal).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en

escala de 1 : 400.000.—Hoja VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894).—Edición económica, 1892, hojas números 20 y 28.

Málaga.

BARROIS (M. CH.) y OFFRET (M. ALB.).—*Constitución de la Sierra Nevada, de las Alpujarras y de la Sierra Almijara.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 160 a 164.

—*Estructura estratigráfica de la cordillera Bética.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 199 a 202.

—*Estudio geológico del Sur de Andalucía, entre las Sierras Tejeda y Nevada.*—BOLETÍN, XVII, 1890 (publicado en 1891), págs. 243 a 323.

Sumario (correspondiente a esta provincia): Descripción geológica de los Montes de Vélez-Málaga.—Corte de Nerja al alto de Nava Chicha.—Corte de Torrox a Játar.—Corte de Vélez-Málaga a la Sierra Tejeda.—Petrografía.—Granulitas gneísicas.—Micacitas.—Micacitas con andalucita y estaurótida.—Micacitas feldespáticas y gneis granulíticos.—Anfibolitas o gneis anfibólicos.

BERTRAND Y KILIAN (MM.).—*Los terrenos secundarios y terciarios de las provincias de Granada y Málaga.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 156 a 160.

—*Nota acerca de los terrenos jurásico y cretáceo en las provincias de Granada y Málaga.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 191 a 193.

—*Estudio de los terrenos secundarios y terciarios de las provincias de Granada y Málaga.*—BOLETÍN, XVIII, 1891 (publicado en 1892), págs. 257 a 447, con 47 grabados en el texto y dos láminas. [Véase GRANADA.]

CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del Cabo de Gata e Isla de Alborán.*—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 355 y 356, 400 a 402.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 35 a 37 y 88.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL), LASALA (DON JUAN PABLO), CORTÁZAR (D. DANIEL) y GONZALO Y TARÍN (D. JOAQUÍN).—*Comisión para el estudio de los terremotos de Andalucía.*—Informe dando cuenta del estado de los trabajos en 7 de Marzo de 1893.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 1 a 107.—Dos láminas. [Véase ANDALUCÍA.]

MADRID-DÁVILA (D. FRANCISCO).—*Pozo artesiano de la plaza de la Victoria de Málaga.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 133 a 136.—*Isla de Alborán. Datos físico-geológicos.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 177 a 179.

MICHEL LÉVY y BERGERON (MM.).—*Constitución geológica de la Serranía de Ronda.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 153 a 156.

—*Las rocas cristalofídicas y arcaicas en la Andalucía occidental.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 195 a 198.

—*Las rocas eruptivas y los depósitos estratificados de la Serranía de Ronda.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 203 a 207.

Sumario: Noritas, Lertzolitas, Serpentinatas.—Granulitas.—Diorita.—Ofita.—Permiano.—Plioceno.

—*Estudio geológico de la Serranía de Ronda.*—BOLETÍN, XVII, 1890 (publicado en 1891), págs. 325 a 498, con 12 grabados en el texto y seis láminas (Rocas observadas al microscopio.—Fósiles pliocenos. *Eumargarita Cuadrae*, nov. sp.; *E. Fischeri*, nov. sp.; *Acroreia dubia*, nov. sp.; *Pecten Macphersoni*, nov. sp.; *Arca Fouquei*, nov. sp.; *Pectunculus Oruetae*, nov. sp.; *Leda Bellardii*, nov. sp.; *L. Heberti*, nov. sp.; *Cardium Munieri*, nov. sp.; *Corbula? hispanica*, nov. sp.).

Sumario: Reseña general.—ROCAS SEDIMENTARIAS.—*Gneis y micacitas.* Estratigrafía. Petrografía. *Gneis* con cordierita. Anfíbolitas. Minerales originados por metamorfosis en las dolomías.—*Micacitas cristallíferas.* Datos estratigráficos. Petrografía. Tipo ácido. Tipo básico.—*Pizarras arcaicas y cambrianas.* Datos locales. Petrografía. Pizarras cuarzosas con cemento cloritoso y sericitico. Arkosas.—Tanitas. Metamorfosis.—ROCAS ERUPTIVAS.—*Noritas, lertzolitas y serpentinatas.* Estratigrafía. Petrografía. Fenómenos de contacto de las noritas y serpentinatas con los *gneis* y pizarras que atraviesan.—*Dioritas.*—*Granulitas.*—*Melafiros (es-pilitas), porfiritas y diabasas de estructura ofítica.* Presencia del glaucofán en los productos de la uralización.—Terrenos sedi-

mentarios posteriores al cambriano. *Terreno permiano.* Carencia de fósiles. Composición petrográfica.—*Terreno triásico.*—*Terreno jurásico.*—*Terreno cretáceo.*—*Terreno numulítico.*—*Terreno mioceno.*—*Terreno plioceno.*—PALEONTOLOGÍA. Fósiles pliocenos. Noticia bibliográfica relativa a la Serranía de Ronda.

ORUETA (D. DOMINGO DE).—*Bosquejo físico-geológico de la región septentrional de la provincia de Málaga.*—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 89 a 171.—Una lámina (Bosquejo geológico, en escala de 1 : 300.000).

Sumario: Introducción.—DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación. Clima. Condiciones físicas. Agricultura.—*Descripción orográfica y geológica.* Cuadros orográficos.—*Geología dinámica.* Diferentes movimientos que han tenido los terrenos.

—*Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda.*—MEMORIAS: 1917.—Un volumen en 4.º de xxvii 571 páginas, con 10 grabados en el texto y 19 láminas, en tomo aparte (I, II, III. Peridotitas.—IV. Dialaguita. Anfíbolitas.—V. Anfíbolita metamórfica.—VI. Gabros. Dolomía y *gneis* metamórficos.—VII. *Gneis*. Pizarra metamórfica. *Granulita* turmalinífera.—VIII, IX. Minerales de las peridotitas.—X. Dialaga. Uralita. Anfíbol y Magnetita.—XI. Serpentinización de los piroxenos y del olivino.—XII, XIII. Minerales de las dolomías metamórficas.—XIV, XV. Minerales varios.—XVI. Minerales de los *gneis* y *granulitas.*—XVII. Mapa orográfico de la Serranía de Ronda, en escala de 1 : 400.000.—XVIII. Mapa geológico de ídem íd., en escala de 1 : 100.000.—XIX. Cortes geológicos, en escala de 1 : 100.000).

Sumario: Introducción.—Capítulo I. *Notas bibliográficas sobre la Serranía de Ronda.*—II. *Descripción geográfica y principales rasgos geológicos.*—III. Introducción al estudio de las rocas hipogénicas.—Datos técnicos.—Clasificación.—Representación fotográfica.—IV. Rocas hipogénicas.—Peridotitas y sus derivados.—Rocas del segundo tipo.—Piroxenitas del segundo tipo.—Rocas del tercer tipo.—V. Terreno estrato-cristalino.—Estudio petrográfico.—VI. Terreno cambriano.—VII. Terreno triásico. VIII. Terreno liásico.—IX. Terreno jurásico.—X. Terreno cretáceo.—XI. Terreno eoceno (numulítico).—XII. Terreno mioceno.—XIII. Terreno plioceno.—XIV. Terreno cuaternario y

reciente.—XV. Fenómenos de metamorfismo.—XVI. *Tectónica*. Ensayo de una historia geológica de la región.—XVII. Minerales, rocas y demás substancias aprovechables industrialmente.—*Aguas minerales*.

—*Informe sobre el reconocimiento de la Serranía de Ronda*.—BOLETÍN, XL, 1919.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hoja XIV (primera edición, 1881; segunda edición, 1896).—Edición económica, 1892, hojas números 51 y 52.

Murcia.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Roca eruptiva de Fortuna (Murcia)*.—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895, págs. 349 a 353, con 2 grabados en el texto y una lámina (Fortunita).

—*Dos palabras referentes a la teoría de las zonas de cobijaduras como prólogo a la traducción de un trabajo del Sr. Nickles*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 65 a 75, con 3 grabados en el texto.

—*Estado actual de la minería en Murcia*. Extracto de un informe.—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 215 a 221.

BRAVO-VILLASANTE (D. FERNANDO).—*Criaderos de hierro de la provincia de Murcia*.—MEMORIAS, 1913, págs. 127 a 295, 303 a 362, 346 a 440 y 525 a 544, con 25 grabados en el texto y diez fotograbados (*Pleuronectia cartaginensis*.—Mina «Bienvenida», desmontes y anchurones.—Mina «Mariana». Falla del contacto del criadero de hierro de Sancti-Spíritu.—Explotaciones superficiales de la mina «Enrique VIII».—Hoyo de la explotación de hierro de la mina «Lucera».—Estación de carga y cable de la Lucera a Portman.—Vista general del cabezo de los Ermitaños.—Mina «San Aniceto». Explotación de hierros y calaminas.—Cabezo de San Ginés. Cartagena, Afloramientos del criadero manganesífero de la mina «Victoria»). Ocho láminas (Mapa geológico, en bosquejo, de la región ferrífera de los tér-

minos de Lorca, Mazarrón, Cartagena y La Unión, en escala de 1 : 100.000.—Sierra de Cartagena. Cortes geológicos transversales.—Plano topográfico de las concesiones mineras, situadas en la zona central de la Sierra de Cartagena, en escala de 1 : 10.000.—Sierra de Cartagena. Plano del grupo de minas del cabezo de San Ginés. Criadero de hierro manganesífero de las minas «Joaquina» y «Victoria», en escala de 1 : 5.000.—Grupo de minas del cabezo de Ponce. Plano horizontal y un corte, en escala de 1 : 5.000.—Minas del Rincón de Morales (Cartagena).—Costa de poniente; plano en escala de 1 : 10.000.—Plano del grupo de minas de las Lomas de Parazuelos y La Atalaya (Mazarrón), en escala de 1 : 30.000.—Plano general del grupo de minas de Morata (Lorca), en escala de 1 : 30.000).

Sumario: *Reseña histórica*.—LA UNIÓN Y CARTAGENA. Situación y descripción física del Distrito de Cartagena.—*Reseña geológica*.—Clasificación y distribución de los criaderos.—Costa de Levante. Criaderos de hierros secos.—Criaderos de hierros manganesíferos.—Costa de Poniente.—Peñas blancas.—Génesis de los criaderos ferríferos cartageneros.—*Condiciones económicas y porvenir del Distrito*.—MAZARRÓN-MORATA-RAMONETE.—SIERRA DE ESPUÑA Y OTROS CRIADEROS DE MENOR IMPORTANCIA.

BRAVO-VILLASANTE (D. FERNANDO) y FERNÁNDEZ (D. ALFONSO).—*Criaderos de hierro de la provincia de Murcia*.—MEMORIAS, 1913, págs. 363 a 376, con un grabado en el texto y tres fotograbados (Sierra de Carrascoy. Vista general de la mina «Cuatro amigos».—Mina «Cuatro amigos». Vista general de algunos tajos de explotación.—Horno de calcinación en la mina «Cuatro amigos»). Una lámina (Grupo de minas de Carrascoy. Término de Fuente Álamo; plano en escala de 1 : 30.000).

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Estudio geológico de una explosión de gases no inflamables dentro de una mina*.—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), págs. 303 a 314.

DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE) y NOVO CHICARRO (D. PEDRO).—*Estudios hidrológicos en las provincias de Alicante y Murcia*.—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 375 a 437. Cuatro láminas (I, II. Cortes geológicos.—III. Mapa geológico del término municipal de Lorca (Murcia), en escala de 1 : 200.000.—IV. Mapa

geológico del término municipal de Cieza (Murcia), en escala de 1 : 200.000).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 37, 38 y 81.

GÁLVEZ CAÑERO (D. AUGUSTO DE).—*Criaderos de hierro de la provincia de Murcia.*—MEMORIAS, 1913, págs. 296 a 302 y 377 a 381, con dos fotograbados en el texto (Instalaciones de la mina «Zeda» en Perín.—Vista general de Cabezo Gordo). Dos láminas (Grupo de minas de Perín; plano en escala de 1 : 20.000. Minas de Cabezo Gordo. Pacheco, plano en escala de 1 : 20.000).

Sumario: LA UNIÓN y CARTAGENA. Grupo de minas de Perín.—Minas de Cabezo Gordo.

NICKLÉS (M. RENÉ).—*Nota acerca de los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante*, traducida por D. Rafael Sánchez Lozano.—BOLETÍN, XXIII, 1896. (publicado en 1898), págs. 145 a 149.

—*Los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, pgs. 35 a 39.

—*Sobre la existencia de fenómenos de cobijadura, en la zona sub-bética.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 41 a 43.

—*Fenómenos de cobijadura en España, en la zona sub-bética.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 77 a 103, con 23 grabados en el texto.

PATO Y QUINTANA (D. MANUEL).—*Descripción física de la provincia de Murcia.*—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en el 1909), págs. 1 a 158. Una lámina (Mapa geográfico de la provincia de Murcia, en escala de 1 : 400.000).

Sumario: *Situación, límite, población y riqueza.*—*Orografía.* Sierras y campos.—*Hidrografía.* Río Segura. Cuenca del río Segura. Inundaciones. Afluentes del Segura. Ríos y Ramblas. Vertientes de la zona litoral. *Fuentes.* Pozos. *Climatología.*

RUBIO Y MUÑOZ (D. CÉSAR).—*Criaderos de hierro de la provincia de Murcia.*—MEMORIAS, 1913, págs. 441 a 524, con tres fotograbados en el texto.—(Roza «Don Paco». Mina «María».—Roza Rifeño.—Pozo «Quinito»). Once láminas (Aguaderas, Pu-

rias, Carrasquilla y Villarreal) (Término de Lorca); plano de concesiones en escala de 1 : 20.000.—Distrito minero de Purias (Término de Lorca). Cortes y detalles de los criaderos, en escala de 1 : 40.000.—Minas de Chuecos, Tébar, Romeral y El Tejedor (Término de Águilas), en escala de 1 : 30.000.—Minas de «Sierra Enmedio». (Término de Lorca); plano de concesiones, en escala de 1 : 20.000.—Corte geológico «Sierra Enmedio», Águilas.—Minas de «Sierra Enmedio» (Término de Lorca).—Detalles de algunos criaderos, en escala de 1 : 4.000.—Bosquejo geológico minero del Distrito de Ceheguín, en escala de 1 : 50.000.—Cortes geológicos. Distrito de Ceheguín.—Bosquejo geológico-minero. Grupo Edison, en escala de 1 : 4.000.—Croquis geológico. Grupo Goloso, en escala de 1 : 10.000.—Bosquejo geológico-minero del Grupo María, en escala de 1 : 10.000.—Distrito de Ceheguín. Cortes de criaderos).

Sumario: PURIAS Y VILLAREAL. Distrito de Purias.—Villarreal.—TÉBAR Y ROMERAL.—Zona de Tejedor (Romeral de Chuecos).—SIERRA ENMEDIO. Reseña de las minas principales. Zona del Barranco «Sal si puedes».—Grupo Diana y Triunfo.—Zona entre el Barrancón y Rambla de Peñas Blancas.—Grupo Santa Isabel.—Zona de la Umbría.—DISTRITO DE CEHEGUÍN.—Rocas y minerales.—Génesis de los minerales.—Descripción de los criaderos más importantes.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL) Y MARÍN (D. AGUSTÍN).—*Estudio relativo a los terremotos ocurridos en la provincia de Murcia en 1911.*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), páginas 179 a 214, con 7 grabados en el texto.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*Criaderos de hierro en la provincia de Murcia.*—*Prólogo y Relación de las publicaciones con noticias relativas a Minería y a la Geología de la provincia de Murcia.*—MEMORIAS, 1913, págs. 97 a 126, con un grabado en el texto y una lámina (Mapa de los distritos ferríferos de la provincia de Murcia, en escala de 1 : 800.000).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892) y XV (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 37, 45, 46 y 53; 1918, 53.

Navarra.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*El país vasco en las edades geológicas.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 45 a 63. Una lámina (Mapa geológico del país vascongado, en escala de 1 : 400.000).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 39 y 86.

MALLADA (D. LUCAS).—*Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra.*—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 1 a 64. Una lámina (Bosquejo geológico, en escala de 1 : 800.000).

Sumario: Preliminar.—Terrenos hipogénicos.—Granito.—Ofitas.—Período paleozoico. Sistema siluriano. - Sistema devoniano.—Sistema carbonífero.—Período mesozoico. Arenisca roja.—Muschelkalk.—Sistema jurásico.—Sistema cretáceo.—Período terciario. Generalidades.—Sistema eoceno. Grupo numulítico. Eoceno lacustre.—Sistema mioceno.—Período cuaternario.

PALACIOS (D. PEDRO).—*Ofitas de la provincia de Navarra.*—BOLETÍN, XXII, 1895 (publicado en 1897), págs 173 a 247, con 16 grabados en el texto.

—*Observaciones acerca del terreno estrato-cristalino de la provincia de Navarra.*—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 139 a 143, con un grabado en el texto.

—*La formación vealdense en el Pirineo Navarro.*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 9 a 15.

—*Un afloramiento de basalto en el terreno cretáceo de Navarra.*—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 277 y 278.

—*Los terrenos mesozoicos de Navarra.*—BOLETÍN, XL, 1919, con 20 grabados en el texto. (Cortes geológicos). Una lámina (Mapa geológico de la provincia de Navarra, en escala de 1 : 400.000).

Sumario: Los terrenos mesozoicos de Navarra.—Extensión y distribución de los terrenos mesozóicos en el suelo navarro.—*Sistema triásico.*—Grupo triásico inferior. Idem superior.—*Sistema jurásico.* (Terrenos liásico y jurásico.—*Sistema infracretáceo.* Tramo neocomiense. Tramo aptense. Tramo albense.—*Sis-*

tema cretáceo. Tramo cenomanense. Idem turonense. Idem senonense. Idem danés.—*Datos hipsométricos.*

—*La formación cambriana en el Pirineo navarro.*—BOLETÍN, XL, 1919.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 13 y 21.

Orense.

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Datos geológico-mineros de las provincias de Zamora y Orense.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 291 a 307.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 39, 40 y 83.

MALLADA (D. LUCAS).—*Nota acerca de las minas de tungstato de hierro, en el término de Cosayo, provincia de Orense, y en el de Montoro, provincia de Córdoba.*—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), págs. 315 a 326.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas I (primera edición, 1892; segunda edición, 1896) y V, (primera edición, 1891).—Edición económica, 1892, hojas núms. 10 y 18.

Oviedo.

ANÓNIMO.—*Trabajos geodesicos y topográficos practicados por la Comisión de estudio de las cuencas carboníferas de Asturias.*—MEMORIAS, 1874.

ABELLA Y CASARIEGO (D. ENRIQUE).—*Datos topográfico-geológicos del concejo de Teverga.*—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 251 a 256.

Una lámina (Plano topográfico y estratigráfico de una parte del concejo de Teverga, en escala de 1 : 400.000).

ADARO (D. LUIS DE).—*Cuenca carbonífera de Asturias.*—*Emplazamiento de sondeos para investigar la probable prolongación de los senos hulleros por bajo de los terrenos mesozoicos.*—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 9 a 79, con cinco grabados en el texto y tres láminas (I. Corte horizontal estratigráfico de la cuenca carbonífera central de Asturias, en escala de 1 : 300.000.—II. Cortes verticales del plegamiento figurado en la lámina I.—III. Plano topográfico, geológico y minero de la zona comprendida entre Gijón, Siero, Infiesto y Colunga, en escala de 1 : 100.000).

—*Criaderos de hierro de Asturias.*—MEMORIAS, 1916, páginas 8 a 610, con 39 grabados en el texto y doce fotografados (Crucianas de los Cabos de Torres y Peñas).—Paso de la Casigosa (Barredo), Río de Vega (cuarcita).—Río Frío.—Puerto de San Isidro. Divisoria entre el devoniano y la caliza carbonífera. Anticlinal de la cuarcita de la entrada de las foces de Teverga, vista desde la salida de las foces de Caranga.—Las foces de Olís, mirando al Sudoeste. Caliza carbonífera.—Foces de Teverga, por bajo de Bustiello.—Aller. Centro del anticlinal de las foces del río Aller.—Minas de hierro de Vidiago.—Mina de Llumieres, exterior.—Id. id., cargadero.—Bocamina de Llamorgones (Quirós).—Cargadero del Regueral (Carreño-Candás). Ocho láminas (I. Bosquejo geológico de Asturias, en escala de 1 : 400.000, con indicación de los principales yacimientos de hierro.—II. Croquis tectónico de Asturias, en escala de 1 : 800.000.—III. Bosquejo estratigráfico (corte horizontal) de la zona ferrífera central de Asturias, en escala aproximada de 1 : 128.000.—IV. Plano estratigráfico del criadero del Cabo de Peñas, en escala de 1 : 30.000.—Cortes verticales.—Sección transversal de la faja ferrífera.—Plano horizontal estratigráfico de los criaderos de Castañedo del Monte y San Andrés, en escala de 1 : 50.000.—Plano horizontal del criadero de Porcia, en escala de 1 : 25.000.—Plano horizontal estratigráfico del criadero de Pravía-Bayas, en escala de 1 : 30.000.—Corte vertical, próximo a la costa, entre los Cabos de Torres y Peñas.—Cortes verticales, según líneas determinadas, de la lámina III.—Corte Noroeste-Sudeste del coto

minero de Carreño, trazado según los ejes de los socavones de Piedeloro.—V. Gráfico de producción anual, exportación y beneficio de minerales de hierro de Asturias (1861-1915).—VI. Gráfico de producción, por quinquenios, de minerales de hierro de España y de las provincias más importantes (1861-1914).—VII. Gráfico de promedios quincenales de producción, exportación y beneficio de minerales de hierro de España.—VIII. Gráfico de producción, por quinquenios, de arrabio, hierro y acero de Asturias, Vizcaya y España).

Sumario: Introducción.—Capítulo I. De los tiempos antiguos.—II. De los tiempos modernos.—III. Distribución estratigráfica de los minerales de hierro de Asturias: su relación con la tectónica general.—IV. ●Criaderos del terreno cambriano.—V. Criaderos del terreno siluriano.—VI. Criaderos del terreno devoniano.—VII. Criaderos del terreno carbonífero.—VIII. Criaderos de los terrenos secundarios.—XI. Criaderos de los terrenos terciarios.—X. Resumen de las reservas efectivas y probables de Asturias.—XI. Desenvolvimiento, estado actual y porvenir de la minería del hierro en Asturias.—XII. Desenvolvimiento, estado actual y porvenir de la siderurgia en Asturias.—Siete estados.

BARROIS (M. CHARLES).—*Formación cretácea de la provincia de Oviedo.*—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 115 a 149.

Sumario: Bibliografía.—Rocas del litoral. Inmediaciones de Llanes. Cabo Prieto. Inmediaciones de Luanco. Composición del sistema cretáceo de la costa de Asturias.—Cuenca central. Pudinga de Posada. Margas de San Bartolomé. Margas de Castillo. Margas rosáceas de Noreña.—Terreno terciario.—Extensión del mar cretáceo en el NO. de España.

—*El mármol amigdaloide de los Pirineos (cantábricos).*—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 131 a 155.—Dos láminas (*Phillipsia Castroi*, n. sp., y *Goniatites Mallada*, n. sp.).

Sumario: Reseña histórica.—Fauna del mármol amigdaloide.—Posición de esta fauna en la serie estratigráfica (carbonífero).—Extensión de la fauna.

EGOZCUE Y CIA (D. JUSTO).—*Extracto de las «Investigaciones sobre los terrenos antiguos de Asturias y Galicia»,* por M. Char-

les Barrois.—BOLETÍN, X, 1883, págs. 177 a 341.—Una lámina (cortes geológicos).

Sumario: LITOLOGÍA. *Rocas sedimentarias*. Pizarras arcillosas. Cuarcitas. Calizas. Mimofiros.—*Rocas cristalinas en masa*. Granitos, Pórfidos cuarcíferos. Dioritas. Diabasas. Kersantitas cuarcíferas recientes.—PALEONTOLOGÍA. Historia. Generalidades acerca de las faunas paleozoicas de Asturias.—Faunas cambrianas y silurianas.—Faunas devonianas y carboníferas.—*Grupos zoológicos*. Foraminíferos. Esponjas. Antozoarios. Crinoides. Equinoides. Gusanos. Briozoarios. Braquiópodos. Lamelibranquios. Gasterópodos. Pterópodos. Cefalópodos. Crustáceos y Vertebrados.—ESTRATIGRAFÍA.—Terreno primitivo.—Sistema cambriano.—Sistema siluriano.—Sistema devoniano.—Sistema carbonífero.—*Fenómenos que han modificado los sistemas paleozoicos después de la época de su depósito*. Movimientos del suelo Denudación del suelo paleozoico de los montes cantábricos. Denudación marina.

COTTEAU (M. G.)—*Nota acerca de los equinodermos urgonianos recogidos por el Sr. Barrois en la provincia de Oviedo*.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 151 a 157.—Una lámina.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 40, 44 y 81.

HERNÁNDEZ SAMPELAYO (D. PRIMITIVO).—*Criaderos de hierro de los Oscos (Asturias)*.—MEMORIAS, 1916, págs. 611 a 619, con dos grabados en el texto.

Sumario: Descripción.—Itinerario.—La tercera fauna.—Importancia de los criaderos.

—*Criaderos de hierro de la zona de Luarca (Asturias)*.—MEMORIAS, 1916, págs. 621 a 668, con once grabados en el texto y cuatro fotograbados.—(A. B. Mineral cloritoso-carbonatado oolítico.—C. Mineral cloritoso-carbonatado, escasamente oolítico.—D. Mineral hidrositado oolítico).—Dos láminas (I. Zona ferrífera de Luarca; plano en escala de 1 : 127.500.—II. Plano de las minas de hierro de Luarca, en escala de 1 : 10.000).

Sumario: *Faja siluriana*.—Corte de la zona ferrífera de la costa. Criaderos de hierro. Corte teórico del criadero.—Menas.

Estudio micrográfico de los minerales.—Formación.—Fases deducidas.—Cubicación.—Líneas generales para un anteproyecto.

JUNQUERA (D. GUMERSINDO).—*Criaderos de hierro de Asturias*.—Prólogo.—MEMORIAS, 1916, págs. 1 a 5.

MÁLLADA (D. LUCAS) y BUITRAGO (D. JESÚS).—*La fauna primordial a uno y otro lado de la cordillera cantábrica*.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 177 a 194, con seis grabados en el texto.

RUIZ FALCÓ (D. MANUEL).—*El sondeo de Caldones, en Asturias*.—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 3 a 26.—Cuatro láminas (I. Sondeo de Caldones. Distribución del tiempo empleado.—II. Corte vertical del sondeo.—III. Corte transversal de Veriña a Caldones.—IV. Gráfico de la producción diaria de gases).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa topográfico de Asturias por D. Guillermo Schulz* (segunda edición).

—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas I (primera edición, 1892; segunda edición, 1896) y II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895).—Edición económica, 1892, hojas núms. 2, 3, 4, 10, 11 y 12.

Palencia.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Nota acerca de los yacimientos cupríferos del Norte de la provincia de Palencia*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 1 a 9.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 44, 45 y 84.

GIL Y MAESTRE (D. AMALIO).—*Depósitos de huesos en Castilla la Vieja y principalmente en la parte llamada «Tierra de Campos»*.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 361 a 368.—Una lámina (Zona de Castilla en que se han encontrado depósitos de huesos, en escala de 1 : 200.000).

MÁLLADA (D. LUCAS).—*Notas para el estudio de la cuenca huilera de Valderrueda (León) y Guardo (Palencia)*.—BOLETÍN,

XVIII, 1891 (publicado en 1892), págs. 467 a 496.—Una lámina (Plano geológico de la cuenca, en escala de 1 : 100.000). (Véase León).

OLAVARRÍA (D. MARCIAL DE).—*Huevos fósiles encontrados en Cevico de la Torre (Palencia)*.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 133 a 138.—Una lámina (Huevos fósiles).

ORIOI (D. ROMÁN).—*Descripción geológico-industrial de la cuenca hullera del río Carrión, en la provincia de Palencia*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 137 a 168, con seis grabados en el texto (cortes geológicos) y una lámina (Plano geológico y topográfico de la cuenca hullera del río Carrión, en escala de 1 : 50.000).

Sumario: Reseña geográfica.—Diluvium.—Formación terciaria inferior.—Formación cretácea.—Sistema carbonífero.—Caliza de montaña.—Millstone grit. Tramo hullero.—Reseña histórica de las minas.—Cantidad de combustible.—Laboreo de las capas.—Vías de comunicación.

—*Varios itinerarios geológico-mineros por la parte Norte de la provincia de Palencia*.—BOLETÍN, III, 1876, páginas 257 a 275.

Sumario: De Aguilar de Campó a Cervera de Río Pisuerga.—De Cervera de Río Pisuerga a Guardo.—De Cervera de Río Pisuerga a la Sierra de Pando.—De Cervera de Río Pisuerga a Triollo.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*Datos geológico-mineros relativos a la cuenca carbonífera de Guardo (Palencia)*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 105 a 134, con un grabado en el texto y una lámina (Plano geológico minero de la parte oriental de la cuenca carbonífera de Guardo, en escala de 1 : 50.000).

—*Sondeo en el extremo oriental de la cuenca carbonífera de Guardo (Palencia)*.—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 103 a 116. Una lámina en el texto (Sondeo practicado en la concesión minera «La Constancia» para el reconocimiento del terreno carbonífero cerca de la estación de Cervera de Río Pisuerga).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895) y VI (primera edición, 1889; segunda edición,

1894).—Edición económica, 1892, hojas núms. 11, 12 y 19 (segunda edición, 1894) y 20.

COMISIÓN DE MERIDIANAS.—*Memoria de las operaciones verificadas en Palencia, Barruelo, San Sebastián y Palma de Mallorca*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 433 a 560.

Pontevedra.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 45, 46 y 83.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*Nota referente a varios yacimientos de estaño de la provincia de Pontevedra*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 11 a 24.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas I (primera edición, 1892; segunda edición, 1896) y V (primera edición, 1891).—Edición económica, 1892, hojas núms. 9, 10, 17 y 18.

Salamanca.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 46 y 88.

GIL Y MAESTRE (SR. D. AMALIO).—*Descripción física, geológica y minera de la provincia de Salamanca*.—MEMORIAS, 1880.—Un volumen en 4.º de xv-299 páginas.—Dos láminas (I, Mapa geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000.—II, Perfiles geológicos).

Sumario: Prólogo.—*Parte primera*. Descripción física. Situación, superficie, límites.—Idea general del territorio de la provincia. Orografía.—Cuadro de altitudes. Hidrografía. Ríos y arroyos. Cuenca del Duero.—Cuenca del Tajo.—Fuentes.—Lagunas.—Charcas.—Pozos.—Aguas artesianas.—Cuadro de ensa-

yos hidrotimétricos de las aguas de algunas fuentes de la provincia. — Aguas minerales. — Climatología. — Población. — Arqueología. — *Parte segunda*. Descripción geológica. Introducción. — Rocas hipogénicas. — Consideraciones generales. — Datos locales: Granito. — Sienita. — Pegmatita. Leptinita. — Pórfidos cuarzosos. Diorita. — Época primaria. Período estrato-cristalino. Consideraciones generales. Datos locales. — Época de transición. Período siluriapo. Consideraciones generales. — Época terciaria. Períodos eoceno, plioceno y mioceno. Consideraciones generales. Datos locales: Período eoceno. — Formación proicena. — Formación miocena. — Época cuaternaria. Período posplioceno. Consideraciones generales. Datos locales: Diluvium. Aluviones. — Tierra vegetal. — Catálogo de rocas y minerales recogidos en la provincia. — *Parte tercera*. Descripción minera. Datos históricos y estadísticos. — Minas de topacio. — Criaderos auríferos. — Minas de plomo, cobre y hierro. Minas de estaño. — Minas de ocre y fosforita, turba. — Nota acerca de la agrología de la provincia.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. — *Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000. — Hojas V (primera edición, 1891) y VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894). — Edición económica, 1892, hojas núms. 18 y 19 (segunda edición, 1894), 26 y 27.

Santander.

AGUIRRE (D. RAMÓN). — *Memoria sobre una meridiana geográfica trazada en Santander*. — BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 149 a 164, con un grabado en el texto y dos estados, (Observaciones centrales del Sol. — Observaciones de la polar).

— *Notas o adiciones a la «Memoria sobre una meridiana geográfica trazada en Santander»*. — BOLETÍN, XXXVI, 1915, páginas 165 a 218, con 20 grabados en el texto.

DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE) y FERNÁNDEZ-MAQUIEIRA (D. CARLOS). — *Los yacimientos de carbonato de magnesia en España*. — BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 253 a 295, con cinco láminas en el texto (Criaderos de giobertita en Almería. Cortes geológicos por Agua Dulce y por las Canteras de Pecho Colorado. — Id. Por el Ba-

rranco de Alquivira (Benahadux) y Criadero en las dolomías, triásicas. — Criadero en las pizarras triásicas y Corte por la mina «Papa». — Mina «La Papa». Criadero en las dolomías y Criadero del contacto de pizarras y calizas. — Yacimientos magnesianos de Reinosa, (Cortes geológicos).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL). — *Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*. — BOLETÍN, III, 1876, págs. 46 y 87.

GASCUE (D. FRANCISCO). — *Observaciones sobre una parte de trias de la provincia de Santander*. — BOLETÍN, II, 1875, págs. 377 a 389. — Una lámina (Bosquejo geológico de los alrededores de Escudo de Cabuérniga, en escala de 1 : 100.000).

— *Nota acerca del grupo numulítico de San Vicente de la Barquera*. — BOLETÍN, IV, 1877, págs. 63 a 88. — Una lámina (Plano y cortes geológicos de la formación numulítica de San Vicente de la Barquera).

GONZÁLEZ LASALA (D. JOSÉ). — *Areniscas bituminosas o petrolíferas del puerto del Escudo, en los confines de las provincias de Santander y Burgos*. — BOLETÍN, III, 1876, págs. 235 a 241.

OLAVARRÍA (D. MARCIAL DE). — *Datos geológico-mineros recogidos en la provincia de Santander*. — BOLETÍN, I, 1874, págs. 249 a 254.

PUIG (D. GABRIEL) y SÁNCHEZ (D. RAFAEL). — *Datos para la geología de la provincia de Santander*. — BOLETÍN, XV, 1888 (publicado en 1889), págs. 251 a 329, con dos grabados en el texto y una lámina (Bosquejo geológico de los alrededores del Escudo de Cabuérniga, en escala de 1 : 100.000).

Sumario: Notas histórico-críticas (1845-1885). — RESEÑA GEOLÓGICA GENERAL. Rocas sedimentarias. Serie primaria. Siluriano. Devoniano y carbonífero. — Serie secundaria. Sistema triásico. Sistemas liásico y oolítico. Sistema cretáceo inferior. Sistema cretáceo superior. — Serie terciaria. Sistema eoceno. — Serie cuaternaria. Sistema diluvial. Sistema aluvial. — Rocas hipogénicas. Ofitas. — Detalles geológicos referentes a los alrededores del Escudo de Cabuérniga.

RAMÍREZ LASALA (D. MIGUEL).—*Datos geológico-industriales* BOLETÍN, V, 1878, págs. 167 a 175, con un grabado en el texto.

SÁNCHEZ BLANCO (D. FÉLIX).—*Apuntes geológicos de la provincia de Santander*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 279 a 282.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hoja II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895).—Edición económica, 1892, hojas núms. 4, 11 y 12.

Segovia.

ASENSIO BERDIGUER (D. JOSÉ).—*Nota de canteras y pedreras de la provincia de Segovia*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 359 a 361.

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Descripción física y geológica de la provincia de Segovia*.—BOLETÍN, XVII, 1890 (publicado en 1891), págs. 1 a 234, con 24 grabados en el texto y dos láminas (Vista que representa la estructura globosa del granito, a Levante de la Fábrica de loza de Segovia.—Mapa geológico en escala de 1 : 4000.000).

Sumario: Prólogo.—DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación y linderos. Orografía. Cordilleras y sierras. Valles. Llanuras. Cuadro de alturas sobre el nivel del mar.—Hidrografía. Ríos y arroyos. Río Riaza. Río Durantón. Río Cega. Río Pirón. Río Eresma. Río Voltoya. Río Adaja.—Arrastres de los ríos.—Fuentes. Fuentes del terreno granítico. Fuentes del terreno estrato-cristalino. Fuentes del terreno cambriano. Fuentes del terreno siluriano. Fuentes del terreno triásico. Fuentes del terreno cretáceo. Fuentes del terreno mioceno. Fuentes del terreno diluvial. Fuentes medicinales.—Pozos.—Lagunas y charcas.—Aguas subterráneas y artesianas.—Climatología. Datos históricos.—Población y riqueza.—Agricultura. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Generalidades.—Época primaria. Rocas hipogénicas. Rocas graníticas. Composición y particularidades. Datos locales. Origen, transformaciones y usos de las rocas graníticas.—Sistema estrato-cristalino. Consideraciones generales. Datos locales. Origen, transformaciones y usos de las rocas estrato-cristalinas.—Sistema cambriano. Exten-

sión geográfica. Composición. Estratigrafía. Datos locales. Origen, transformaciones y usos de las rocas cambrianas.—Sistema siluriano. Consideraciones generales y datos locales. Origen, transformaciones y usos de las rocas silurianas.—Época secundaria. Sistema triásico. Generalidades. Datos locales. Origen, transformaciones y usos de las rocas triásicas.—Sistema cretáceo. Extensión. Composición. Estructura. Hoces o tajos. Disposición estratigráfica. Fósiles. Datos locales. Origen, transformaciones y usos de las rocas cretáceas.—Época terciaria. Sistema mioceno. Disposición geográfica. Tramos. Caracteres generales de las rocas. Datos paleontológicos. Descripciones locales. Origen, transformaciones y usos de las rocas miocenas.—Época cuaternaria. Sistema diluvial. Composición. Datos locales. Cavernas. Origen, transformaciones y usos de las rocas diluviales.—Catálogo de rocas de la provincia de Segovia.—*Nota acerca de la minería de la provincia*. Datos históricos. Criaderos beneficiados en la época contemporánea. Estado actual de la minería en la provincia de Segovia.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 48 y 82.

LLORENTE (D. TOMÁS).—*Datos referentes a diversas cavernas de la provincia de Segovia y particularmente de la conocida con el nombre de «Cueva de la Solana de la Angostura»*.—BOLETÍN, XXV, 1898 (publicado en 1900), págs. 349 a 375, con un grabado en el texto. Dos láminas (Estaciones prehistóricas de Encinas, Segovia).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894).—Edición económica, 1892, hojas núms. 19 (segunda edición, 1894), 20, 27 y 28.

Sevilla.

CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Edad geológica de los terrenos del territorio de Morón de la Frontera*.—BOLETÍN, XVII, 1890

(publicado en 1891), págs. 235 a 239, con un grabado en el texto.

—*Estructura del terreno terciario de Guadalquivir, en la provincia de Sevilla.*—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), páginas 313 a 318, con un grabado en el texto.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 48 a 50 y 88.

GAVALA (D. JUAN).—*Regiones petrolíferas de Andalucía.*—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 29 a 211, con 13 fotograbados en el texto.—Tres láminas (I. Regiones petrolíferas de Andalucía. Villamartín-Lebrija; plano en escala de 1 : 100.000.—II. Conil-Barbate; plano en escala de 1 : 100.000.—III. Cortes geológicos).

MAC-PHERSON (D. JOSÉ).—*Estudio geológico y petrográfico del norte de la provincia de Sevilla.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 97 a 268, con 13 grabados en el texto.—Tres láminas (Croquis geológico, en escala de 1 : 500.000, y rocas cristalinas observadas al microscopio).

Sumario: Reseña orográfica.—DESCRIPCIÓN DE LAS ROCAS ERUPTIVAS Y CRISTALINAS. *Estudio de las rocas ácidas.* Granito normal. Granito rojo. Sienitas y granitos sieníticos. Pórfidos cuarzosos. Pórfidos granitoideos. Pórfidos pegmatoideos (variedades cloríticas y epidotíferas). Pórfidos de estructura micro-pegmatoidea. Pórfidos cuarzosos de estructura cripto-cristalina (variedades con remanente de feldespato y cripto-cristalinas, con o sin remanente vítreo). Pórfidos feldespáticos. Porfiritas anfibólicas.—*Estudio de las rocas básicas.* Diabasitas afaníticas y porfiroideas. Diabasas compactas y cristalinas. Dioritas.—Diabasas perfectamente cristalinas.—Eufótidas. Serpentina. Anfibolitas.—Descripción de los terrenos arcaicos o azoicos del norte de la provincia.—Sistema cambriano superior.—Depósitos hulleros.—Depósitos secundarios y terciarios. Triásico. Mioceno.—Estructura de Sierra Morena.

MALLADA (D. LUCAS).—*Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España.*—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 153 a 165.

NOGUÉS (M. A. F.).—*El oro de la Sierra de Peñaflor; edad de las erupciones de las rocas piroxénico-anfibólicas (dioritas y ofitas) que lo contienen; genesis del metal y su diseminación.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 247 a 251.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas IX (primera edición, 1891), X (primera edición, 1891) y XIV (primera edición, 1891; segunda edición, 1896).—Edición económica, 1892, hojas núms. 42, 43 y 51.—1918, 43.

Soria.

ARÁNZAZU (ILMO. SR. D. JUAN MANUEL).—*Apuntes para una descripción físico-geológica.*—BOLETÍN, V, 1877, págs. 1 a 47.—Una lámina (Mapa geológico, en bosquejo, en escala de 1 : 1.000.000).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 30 y 87.

NARANJO (D. ENRIQUE).—*Relación de un fenómeno sísmico ocurrido en la provincia de Soria.*—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), págs. 297 a 302.

PALACIOS (D. PEDRO).—*Cristales de pirita de hierro en las capas jurásicas de la provincia de Soria.*—BOLETÍN, IX, 1882, páginas 223 a 226.

—*Nota acerca de la constitución estratigráfica del Moncayo.*—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 3 a 11.

—*Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria.*—MEMORIAS, 1.890.—Un vol. en 4.º de 558 páginas, con 25 grabados intercalados en el texto y seis láminas (1. Mapa geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000.—2 y 3. Cortes geológicos.—4. Fósiles liásicos y wealdenses.—5 y 6. Fósiles waldenses).

Sumario: Prólogo.—Primera parte.—DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación geográfica y límites.—Extensión y población.—Orogra-

fia. Idea general del territorio soriano.—Su división en diversas regiones orográficas.—Montes y valles. Región septentrional. Región central. Región meridional.—Cavernas y simas.—Datos hipsométricos.—*Hidrografía*. Fuentes.—Ríos y arroyos. Cuenca del Duero.—Cuenca del Ebro.—Aguas estancadas.—Pozos artesianos y ordinarios.—Aguas minero-medicinales.—*Meteorología*. Climatología.—Sismología.—Segunda parte. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA.—SERIE PRIMARIA. Sistema siluriano. Distribución y circunstancias generales de los depósitos.—Detalles. SERIE SECUNDARIA. Sistema triásico. Distribución y circunstancias generales de los depósitos.—Detalles.—Ofitas y espilitas en el sistema triásico.—Sistema liásico. Distribución y circunstancias generales de los depósitos.—Detalles.—Descripción de dos fósiles nuevos (*Pecten Castroi* y *P. Egozcuei*).—Sistema jurásico. Distribución y circunstancias generales de los depósitos. Detalles.—Sistema infracretáceo. Distribución y circunstancias generales de los depósitos.—Detalles. Tramo neocomiense.—Tramo urgo-aptense.—Datos paleontológicos.—Sistema cretáceo. Distribución y circunstancias generales de los depósitos.—Detalles. SERIE Terciaria. Sistema eoceno.—Detalles.—Sistema oligoceno.—Detalles.—Sistema mioceno.—Detalles.—SERIE CUARTEÑARIA. Sistema diluvial.—Detalles.—Sistema aluvial. Aluviones. Tobas. Turbales.—Criaderos metalíferos salinos y de combustible. Criaderos de hierro.—Criaderos de plomo.—Criaderos de cobre.—Criaderos de sal común.—Criaderos de asfalto.—Lignitos.—Turba.—Movimientos y denudaciones sufridos por el suelo de la provincia.—Tercera parte. DESCRIPCIÓN AGROLÓGICA. Suelo vegetal.—Terreno siluriano.—Terreno triásico.—Terreno liásico.—Terreno jurásico.—Terreno infracretáceo.—Terreno cretáceo.—Terreno eoceno.—Terreno oligoceno.—Terreno mioceno.—Terreno diluvial.—Terreno aluvial.—Vegetación espontánea.—Conjunto de la vegetación soriana.—Catálogo de las especies vegetales espontáneas reconocidas en la provincia.—Familias más notables por el número de sus especies o por su difusión.—La vegetación soriana en sus relaciones con el clima y con el suelo.—Cultivos y riegos. Cultivos. Agricultura. Horticultura. Praticultura.—Riegos.—Montes. Consideraciones generales.—Pinares.—Encinares.—Robledales.—Hayales.—Enebrales.—Conclusión.

PALACIOS (D. PEDRO) y SÁNCHEZ (D. RAFAEL).—*La formación wealdense en las provincias de Soria y Logroño*.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 109 a 140, con tres grabados en el texto y cinco láminas (Mapa geológico, en escala de 1: 400000, de la zona que ocupa la formación wealdense.—Cortes geológicos.—Fósiles (*Unio Idubedæ*, n. sp.; *U. numantinus*, n. sp.) (Véase LOGROÑO).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1: 400.000.—Hojas VI (primera edición, 1891; segunda edición, 1894) y VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 20 y 21.

Tarragona.

ALMERA (D. JAIME).—*Historia natural relativa al sitio en que brotan las aguas minero-medicinales de Vallfogona de Riucorp*.—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1812), págs. 95 a 99.

BAUZÁ (D. FELIPE).—*Breve reseña geológica de la provincia de Tarragona y Lérida*.—TARRAGONA (Memoria póstuma).—BOLETÍN, III, 1876, págs. 113 a 120.

Sumario: DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA. *Orografía e hidrografía*. Zonas geológicas.—Formaciones plutónicas. Rocas graníticas.—Rocas volcánicas.—Terrenos paleozoicos.—Terrenos secundarios. Sistema triásico.—Sistema jurásico.—Sistema cretáceo.—Terrenos terciarios. Grupo numulítico.—Sistema mioceno.—Terrenos cuaternarios. Aluviones.—Turba.

BENTABOL (D. HORACIO).—*Estudio relativo a las aguas subterráneas del término de Riudoms, en la provincia de Tarragona*.—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 273 a 284, con dos grabados en el texto.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 50, 51 y 86.

GOMBAU (D. ISIDRO).—*Reseña físico-geológica*.—BOLETÍN, IV,

1877, págs. 181 a 250.—Una lámina (Bosquejo geológico, en escala de 1 : 600.000).

Sumario: DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA. Extensión. Límites. Población.—*Orografía*. Cuadro de alturas.—*Hidrografía*. Ríos y rieras.—Costas y puertos. Aguas minero-medicinales.—*Meteorología*.—*Agricultura*. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Formaciones hipogénicas. Granito. Pórfido. Trapp y afanita.—Formaciones sedimentarias. Período siluriano. Período triásico. Período jurásico. Período cretáceo. Período eoceno. Numulítico.—Período mioceno. Período cuaternario.—MINERÍA.

MALLADA (D. LUCAS).—*Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona*.—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 1 a 175, con siete grabados en el texto y una lámina (Mapa geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000).

Sumario: RESEÑA GEOGRÁFICA. Cuenca del Ebro.—Cuenca del Francolí.—Cuenca del Gayá.—El partido de Vendrell a la izquierda del Gayá.—La región montañosa entre Tamarit, Pallaresos y Tarragona.—El Campo de Tarragona.—Los Llanos de la Ametlla.—Las vertientes orientales del Montsiá.—RESEÑA GEOLÓGICA. Serie primaria. Sistema siluriano. Disposición geográfica. Datos locales y clasificación geológica.—Serie secundaria. Sistema triásico. Composición. Fósiles y datos estratigráficos. Sistema liásico. Extensión. Calizas fosilíferas. Datos locales. Sistema cretáceo inferior. Observaciones de Landerer. Estratigrafía y paleontología de las diversas manchas. Sistema cretáceo superior.—Serie terciaria. Sistema eoceno. Fósiles y datos locales. Sistema mioceno. Mioceno marino. Mioceno lacustre.—Serie cuaternaria. Sistema diluvial. Composición y caracteres principales. Sistema aluvial. Aluviones. Calizas tobáceas. Rocas hipogénicas. Aguas ácidas. Cranitos y pórfidos. Modernas básicas. Ofitas.—APÉNDICE. *Observaciones micrográficas* del Sr. Gonzalo y Tarín. Granito típico de Alforja.—Granito anfibólico de Vilaplana.—Otofiro de Riudecañas.—Otofiro de Alforja.—Pórfido cuarzoso de Vilaplana. Pórfido cuarzoso de Espluga de Francolí.—Pórfido cuarzoso de Castellvell.—Pórfido cuarzoso de Argentera.—Eurita de El Molá.—Roca clástica de Farena en contacto con pórfidos.—Diabasa de Pauls.—Diabasa de Alfara.

PALACIOS (D. PEDRO).—*Descripción de algunos cefalópodos*

triásicos encontrados en España.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 199 a 209.—Dos láminas (Cefalópodos triásicos de Mora de Ebro).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y VIII (primera edición, 1890).—Edición económica, 1892, hojas núms. 22, 23 y 30.

Teruel.

CALVO (P. D. LEANDRO).—*Geología de los alrededores de Albarracín*.—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 319 a 348, con ocho grabados en el texto y una lámina (Mapa geológico de los alrededores de Albarracín, en escala de 1 : 400.000).

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel*.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 261 a 607, con 43 grabados en el texto y una lámina (Mapa geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000).

Sumario: Preámbulo. DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación y linderos. *Orografía*. Grupos montañosos principales. Derrames del Moncayo. Montes Universales. Sierra de Javalambre. Sierras del este de la provincia. Cuadro de altitudes.—*Hidrografía*. Ríos y arroyos. Cuenca del Ebro. Cuenca del Guadalaviar. Cuenca del Mijares. Cuenca del Júcar. Cuenca del Tajo.—Aguas potables. Manantiales del terreno cuaternario. Manantiales del terreno terciario. Manantiales del terreno cretáceo. Manantiales en el jurásico. Estudios acerca de la temperatura de la fuente de Cella. Manantiales en el triásico. Manantiales en el devoniano, en el siluriano y en el cambriano.—Aguas minerales.—Aguas estancadas.—*Climatología*.—*Sismología* (1431-1885).—Población y riqueza.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Rocas sedimentarias. Serie primaria. Siluriano. Extensión. Detalles orográficos. Composición. Datos locales. Devoniano. Generalidades. Tramo inferior. Datos locales. Serie secundaria. Triásico. Disposición geográfica. Elementos constituyentes. Rocas subordinadas. Fenómenos geogénicos. Caracteres orográficos. Datos locales. Grupo conchífero. Grupo sa-

lífero. Jurásico. Superficie ocupada por las diferentes manchas. Composición. Datos locales. Grupo liásico. Grupo oolítico. Cretáceo. Consideraciones generales. Rocas esenciales. Sustancias minerales subordinadas. Movimientos orogénicos. Tramos. Estudios geológicos anteriores. Datos locales. Tramo urgo-aptense. Tramo cenomanense. Tramo danés.—Serie terciaria. Extensión superficial de las rocas terciarias en la provincia. Composición y clasificación. Causas que han modificado el relieve de los terrenos terciarios después de su emersión. Datos locales. Rocas, fósiles y minerales terciarios.—Serie cuaternaria. Generalidades. Datos locales. Terreno posplioceno.—*Rocas hipogénicas. Estudio micrográfico*, por el Sr. D. JOSÉ MAC-PHERSON. Catálogo de rocas y fósiles recogidos en la provincia.—DESCRIPCIÓN MINERA. Bibliografía. Criaderos metalíferos. Menas de hierro.—Menas de plomo.—Menas de cobre.—Menas de zinc.—Menas de azogue.—Menas de antimonio.—Menas de manganeso.—Criaderos de sustancias alcalinas, térreas y térreo-alcalinas. Sal común. Alumbre. Palomina.—Criaderos de materias combustibles. Azufre. Carbones. Arcillas bituminosas. Succino.—*Nota acerca de la agricultura de la provincia*. Consideraciones generales. Influencia de los elementos mineralógicos. Influencia de las condiciones climatológicas.—Terrenos agrícolas. Clasificación. Análisis de las diversas clases.—Cultivos.—Flora.—Resumen agrológico.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 51 a 54 y 81.

LEYMERIE.—*Nota acerca del garumnense español*.—BOLETÍN, III, 1876, pág. 352.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hoja VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas números 21, 22, 29 y 30.

Toledo.

(ANÓNIMO).—*Erupciones de agua en Hinojosa de San Vicente, en Febrero de 1788*.—BOLETÍN, II, 1875, pág. 271.

ALVAREZ ARAVACA (D. MARIANO).—*Estudios hidro-geológicos. Cuenca del Tajo. Zona de este río, del Alberche y del Tietar, en la provincia de Toledo*.—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 103 a 127. Una lámina (Plano de la zona comprendida entre los ríos Tajo, Alberche, Tietar y el ferrocarril de Madrid a Cáceres, en escala de 1 : 100.000).

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Expedición geológica por la provincia de Toledo en 1877*.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 139 a 144.

—*Expedición geológica por la provincia de Toledo en 1878*.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 321 a 327.—Una lámina (Mapa geológico, en bosquejo, en escala de 1 : 800.000).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 54 y 87.

GIL Y MAESTRE (D. AMALIO).—*Datos geológico-mineros sobre algunos grupos de minas del distrito de Madrid*.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 283 a 288.

MALLADA (D. LUCAS) y DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE).—*Reseña geológica de la provincia de Toledo*.—BOLETÍN, XXXIII, 1912, páginas 9 a 101.—Una lámina (Mapa geológico de la provincia de Toledo, en escala de 1 : 400.000.)

Sumario: Prólogo.—Sistemas graníticos.—Estrato cristalino.—Cambriano.—Siluriano.—Triásico.—Cretáceo.—Terciario marino.—Mioceno.—Diluvial.—Aluvial.—APÉNDICE.—*Catálogo de rocas y minerales de la provincia de Toledo*.—Rocas. Terreno hipogénico. Terrenos estratificados. Estrato cristalino. Cambriano. Siluriano.—Triásico. Cretáceo. Mioceno. Diluvial. Reciente.—*Minerales*.

PEÑA (D. ANICETO DE LA).—*Reseña geológica de la provincia de Toledo*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 329 a 331.

RUBIO (D. CÉSAR), VILLATE (D. ENRIQUE) y KINDELÁN (D. ALFREDO).—*Estudios hidro-geológicos. Provincia de Toledo. Zona del Alberche y Guadarrama, en la cuenca del Tajo*.—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), págs. 159 a 225.—Una lámina (Mapa en escala de 1 : 100.000.—Provincia de Toledo.

Zona Norte de la provincia, con límite de la de Madrid; Sur y Oeste con el ferrocarril de Madrid a Cáceres, y Este con la carretera, Torrijos, Máqueda, Escalona, Ávila).

SÁNCHEZ Y MASSÍA (D. JUAN).—*Datos geológicos. Termino de Villarramiel.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 83 a 86.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894), y X (primera edición, 1891).—Edición económica, 1892, hojas núms. 27, 28, 35 y 36.

Valencia.

ÁLVAREZ ARAVACA (D. MARIANO).—*Aguas subterráneas de Buñol, en la provincia de Valencia.*—BOLETÍN, XXXIII, 1912, páginas 219 a 222.

CORTÁZAR (D. DANIEL DE) y PATO (D. MANUEL).—*Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valencia.*—MEMORIAS: 1882.—Un volumen en 4.º de XI-417 páginas, con 29 grabados intercalados en el texto y dos láminas (I. Perfiles geológicos.—II. Mapa geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000.)

Sumario: Prólogo.—Primera parte. DESCRIPCIÓN FÍSICA. I. Situación, límites, población.—II. Orografía. Sierras.—Valles.—Llanuras.—Cuadro de alturas.—Hidrografía. Ríos. Cuenca del Palancia.—Cuenca del Turia.—Cuenca del Júcar.—Cuenca del Serpis.—Arroyos y ramblas que desaguan en el mar y en la Albufera.—Fuentes.—Fuentes minerales.—Lagunas.—Charcas. Pozos.—Climatología. Meteorología exógena.—Meteorología endógena.—Segunda parte. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Introducción. *Serie primaria*. Sistema siluriano.—*Serie secundaria*. Sistema triásico.—Tramo inferior o conchífero.—Tramo superior o salífero.—Sistema jurásico.—Grupo liásico.—Grupo jurásico.—Sistema cretáceo.—Tramo urgo-aptense.—Tramo turonense.—*Serie terciaria*. Sistema eoceno.—Sistema mioceno.—Sistema plioceno.—*Serie cuaternaria*. Sistema posplioceno.—*Catálogo de rocas de la provincia.*—Tercera parte. DESCRIPCIÓN AGROLÓGICA.

Tierra vegetal.—Terreno siluriano.—Terreno triásico: areniscas, calizas, margas yesosas y salíferas. Terreno jurásico: calizas y margas.—Terreno cretáceo: arenisca, caliza y marga.—Terreno eoceno: calizas.—Terrenos mioceno y plioceno: conglomerados, areniscas, margas, calizas.—Terreno posplioceno.—*Abonos.*—*Riegos*. Riegos del Palancia.—Riegos del Turia.—Riegos del Júcar.—Riegos del Serpis.—*Vegetación espontánea*. Zona fría.—Zona templada.—Zona cálida templada.—Zona semitropical.—*Plantas cultivadas*.—Zona fría.—Zona templada.—Zona cálida. Zona semitropical.—Conclusión.—*Nota acerca de la minería de la provincia*. Sal común.—Mármoles.—Alabastro.—Hierro.—Manganeso.—Cobalto.—Mercurio.—Plomo.—Cobre.—Kaolín. Lignito.

DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE) y FERNÁNDEZ DE CALEYA (DON CARLOS).—*Nota acerca de un yacimiento de mamíferos fósiles en el rincón de Ademuz (Valencia).*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, páginas 297 a 335, con un grabado en el texto.—Seis láminas (Mamíferos de Mas del Olmo).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 35 a 56 y 83.

NICKLÉS (M. RENÉ).—*Investigaciones geológicas de la provincia de Alicante y parte meridional de la de Valencia.*—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 99 a 312, con 69 grabados en el texto y diez láminas (I. Vertiente oriental de la sierra de Foncalent.—II. Resbalamiento de la Serreta Negra.—III. Pliegue tendido en el barranco de Ronda (Alfaz) y Vertiente oriental del Moncabrer (Balcón de Llopis).—IV. Bosquejo geológico de la sierra de Foncalent, en escala aproximada de 1 : 90.000.—V. Bosquejo geológico de la sierra Mariola, en escala aproximada de 1 : 120.000.—VI. Bosquejo geológico de la región meridional de Callosa de Ensarriá, en escala aproximada de 1 : 100.000.—VII. VIII, IX y X. Fósiles.

—*Sobre la existencia de fenómenos de cobijadura en la zona sub-bética.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 41 a 43.

VILANOVA (D. JOSÉ).—*Datos geológicos. Sondeos en el río Tu-*

ria.—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 265 a 298, con un grabado en el texto.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893), y XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892).—Edición económica, 1892, hojas núms. 29, 30, 37 y 38.

Valladolid.

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valladolid*.—MEMORIAS, 1877.—Un volumen en 4.º de 211 páginas, con ocho grabados intercalados en el texto y cuatro láminas (I. Fósiles terciarios.—II. *Mastodon augustidens* Cuv. (tercer molar inferior de la izquierda).—III. Vista de Simancas y sus cercanías.—IV. Mapa geológico y petrográfico de la provincia, en escala de 1 : 400.000).

Sumario: Prólogo.—Primera parte. DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación, superficie y límites.—*Orografía*.—Cuadro de altitudes.—*Hidrografía*. Ríos y arroyos.—Río Duero. Inundaciones y sequías.—Canales.—Lagunas.—Fuentes.—Principales manantiales de la provincia.—Aguas minerales.—Aguas de pozo.—Aguas de los ríos.—Aguas subterráneas.—Aguas artesianas.—Población.—*Climatología*.—Segunda parte. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Introducción.—Época terciaria. Generalidades.—Datos locales.—*Palcontología*.—Origen y aplicaciones de las rocas terciarias.—Época contemporánea.—Generalidades.—Datos locales.—Paleontología.—Procedencia de las rocas de la época contemporánea.—Catálogo de las rocas recogidas en la provincia.—Tercera parte. *Vegetación*.—Tierra vegetal.—Abonos minerales.—*Origen de la tierra vegetal*.—Período eoceno. Maciños y gonfolitas.—Período proiceno. Arcillas, margas y gredas.—Período mioceno. Calizas.—Período posplioceno.—*Clasificación de los terrenos agrícolas*.—*Vegetación espontánea*.—*Cultivo*. Cultivo agrario y hortense.—Cultivo forestal.—Conclusión.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del*

estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 56 y 83.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895) y VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894).—Edición económica, 1892, hojas números II, 19 (segunda edición, 1894) y 20.

Vizcaya.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Apuntes geológicos acerca del criadero de hierro de Somorrostro*.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 49 a 61.—Una lámina (Plano geológico y cortes del criadero de hierro de Somorrostro, en escala de 1 : 30.000).

—*Las rocas eruptivas de Vizcaya*.—BOLETÍN, VI, 1879, páginas 269 a 286.

Sumario: Traquitas.—Ofitas.—Wackas.

—*Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya*.—MEMORIAS, 1892.—Un volumen en 4.º de XIV-192 páginas, con 18 grabados intercalados en el texto y ocho láminas (I. Mapa geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000.—II y III. Cortes geológicos.—IV, V, VI y VII. Secciones de rocas ofíticas preparadas para el estudio micrográfico.—VIII. Plano de la zona minera más importante de Vizcaya, en escala de 1 : 400.000).

Sumario: Prólogo.—Primera parte. DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación. Límites. Extensión.—Población.—*Orografía*.—Montañas. Valles y Planicies. Cuadro de altitudes.—*Hidrografía*. Cuenca del Nervión.—Río y abra de Bilbao.—Crecidas extraordinarias del Nervión.—Río Brutón o de Plencia.—Río de Guernica.—Río Lea o de Lequeitio.—Río de Ondárroa.—Arroyos que desaguan directamente en el mar.—Río de Somorrostro.—Río Agüera.—Ríos de Carranza.—Fuentes.—*Climatología*.—*Sismología*.—Segunda parte. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Rocas sedimentarias. Sistema cretáceo.—Serie cuaternaria. Depósitos diluviales y recientes.—Rocas eruptivas. Traquitas.—Ofitas.—Tefritas.—Criaderos metalíferos.—Hierro.—Zinc.—Plomo.—Cobre.—Combusti-

bles minerales.—Manantiales minero-medicinales.—Movimientos y denudaciones del suelo.

—*El país vasco en las edades geológicas.*—BOLETÍN, XXIII, 1906, págs. 45 a 63.—Una lámina (Mapa geológico del país vascongado, en escala de 1 : 400.000).

BAILLS.—*Nota sobre las minas de hierro de Bilbao* (traducción de D. R. A. de Y.)—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 301 a 309.

BOURSON (M. EUG.)—*Las minas de Somorrostro* (traducción de D. R. A. de Y.)—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 287 a 299.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 57, 58 y 82.

GÁLVEZ CAÑERO (D. AUGUSTO DE).—*Nota acerca de las cavernas de Vizcaya.*—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 151 a 198, con 14 grabados en el texto y siete láminas (Cueva de San Lorenzo, en Mañarías. Planta en escala de 1 : 500.—Id. Corte vertical.—Cueva de San Martín. Croquis, en planta, en escala de 1 : 125.—Cueva de Balzola. Planta y Corte vertical, en escala de 1 : 2.000. Pórtico de entrada de la cueva de Balzola.—Algunos de los sílex tallados encontrados en la cueva de Balzola).

MAESTRE (ILMO. SR. D. AMALIO).—*Reseña geológica de las Provincias Vascongadas.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 283 a 327.—Una lámina (Mapa geológico, en bosquejo, de las Provincias Vascongadas, en escala de 1 : 500.000).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895) y III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 4, 12 y 13.

Zamora

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Datos geológico-mineros de las provincias de Zamora y Orense.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 291 a 307.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 58 y 88.

PUIG Y LARRAZ (D. GABRIEL).—*Descripción física y geológica de la provincia de Zamora.*—MEMORIAS, 1883 (publicado en 1886). Un volumen en 4.º de 488 páginas, con seis grabados intercalados en el texto y dos láminas (A. Mapa geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000.—B. Cortes geológicos).

Sumario: Prólogo.—DESCRIPCIÓN FÍSICA.—Situación.—Extensión.—Población.—Límites.—Orografía. Sierras. Grupos derivados de la cordillera Cantábrica.—Grupo derivado de la cordillera Carpeto-Vetónica.—Valles.—Llanuras.—Regiones naturales.—Cuadro de altitudes.—Hidrografía. Ríos y arroyos.—Río Duero.—Afluentes del Duero.—Cuadro sinóptico de los afluentes de primero, segundo y tercer orden del Duero en la provincia de Zamora.—Río Bibey.—Canales.—Aguas estancadas, charcas y lagunajos.—Lagunas.—Abastecimiento de aguas potables a la ciudad de Zamora. Aguas del Duero.—Aguas subterráneas.—Aguas minerales.—Climatología.—Circunstancias peculiares a cada una de las regiones.—Región baja.—Región intermedia o de las mesetas.—Región alta o montañosa.—Fenómenos climatológicos acaecidos en grado extremo: Sequías pertinaces. Grandes fríos. Lluvias excesivas. Tempestades. Riadas notables.—Sismología.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Rocas superpuestas. *Serie primitiva.*—Sistema estrato-cristalino. Consideraciones generales.—Datos locales.—Materiales de aplicación. Datos agronómicos.—*Serie primordial.*—Sistema cambriano. Consideraciones generales. División del Sistema. Rocas principales que lo constituyen.—Particularidades estratigráficas.—Agentes metamórficos.—Distribución geográfica.—Datos locales.—Materiales de aplicación.—Datos agronómicos.—Sistema siluriano. Consideraciones generales.—Datos locales.—Materiales útiles.—Datos agronómicos.—Sistema devoniano.—*Serie terciaria.*—Sistema eoceno.—Generalidades.—Datos locales.—Materiales de aplicación.—Datos agrícolas.—Sistema oligoceno. Generalidades.—Datos locales.—Materiales útiles.—Datos agrícolas.—Sistema mioceno.—Generalidades.—Datos locales.—Materiales útiles.—Datos agronómicos.—*Serie cuaternaria.*—

Sistema diluvial.—Consideraciones generales. División. —Datos locales.—Materiales útiles.—Sistema aluvial.—*Rocas hipogénicas. Rocas antiguas ácidas.* Rocas graníticas. Generalidades.—Datos locales.—Materiales de aplicación.—Datos agronómicos.—Pórfidos cuarcíferos.—*Rocas básicas antiguas.* Diorita. — *Criaderos metalíferos.* Criaderos de hierro y de manganeso.—Criaderos de cobre.—Criaderos auríferos.—Criaderos de plomo y antimonio.—Criaderos de estaño: Filones.—Depósitos aluviales.—Antigüedad relativa de los criaderos metalíferos de Zamora.—Movimientos del suelo zamorano.—APÉNDICES. I. Nota acerca de la división territorial de la provincia de Zamora.—II. Estudio micrográfico de algunas rocas de la provincia de Zamora, por DON JOSÉ MAC-PHERSON.—Granitos.—Diorita.—Gneis.—Grauwackas cambrianas.—Pizarras chistolíticas.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas I (primera edición, 1892; segunda edición, 1896), II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895), V (primera edición, 1891) y VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894).—Edición económica, 1892, hojas núms. 10, 11, 18 y 19 (segunda edición, 1894).

Zaragoza.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 58 a 60 y 81.

INGUNZA (D. ROMÁN DE).—*Algunas indicaciones sobre la extranea naturaleza de los coprolitos de Terrer, en la provincia de Zaragoza.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 257 a 265.—Lámina 9.^a

MARTÍN DOÑAYRE (SR. D. FELIPE).—*Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza.*—MEMORIAS, 1873.—Un volumen en 4.º de 128 páginas y cinco láminas (I. Cruzianas recogidas en la provincia.—II y III. Paisajes que muestran la disposición que ofrecen las capas geológicas en varios puntos.—IV. Cortes geológicos.—V. Mapa geológico de la provincia, en escala de 1 : 400.000).

Sumario: Preámbulo. DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación, límites y extensión.—*Orografía.—Hidrografía.* Ríos, aguas estancadas, lagunas, charcas, fuentes, aguas minerales.—*Meteorología.*—Agricultura.—Cuadro de altitudes.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. *Rocas eruptivas.*—Sistema siluriano: Generalidades, rocas y fósiles.—Sistema devoniano.—Sistema triásico.—Sistema jurásico.—Sistema cretáceo.—Sistema inferior del terreno terciario. Grupo lacustre; grupo marino.—Sistema medio del terreno terciario. Grupo marino; grupo lacustre.—Terreno cuaternario.—Terreno moderno.—Catálogos de las rocas, de los minerales y de los fósiles recogidos en la provincia.—Nota acerca de la minería provincial.

PALACIOS (D. PEDRO).—*Nota acerca de la constitución estratigráfica del Moncayo.*—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 3 a 11.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 13, 21, 22 y 29.

REGIONES

España en general.

(ANÓNIMO).—*Minerales de hierro de España.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 369 a 387.

—*Breve idea de la constitución geológica de España.*—BOLETÍN, V, 1878, págs. 145 a 162.

—*Comisión del Mapa geológico de España.—Su origen, vicisitudes y circunstancias actuales.—Noticias y catálogos de los objetos presentados en la Exposición de Minería celebrada en Madrid el año 1883.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 93 a 118.—Dos láminas (Estado en que se encontraban los estudios del Mapa geológico de España en Marzo de 1873 y en igual fecha de 1883).

ADARO (D. LUIS DE).—*Criaderos de hierro de España. Introducción.*—MEMORIAS, 1913, págs. 9 a 94.

Sumario: Estado de la cuestión. — *Principales criaderos conocidos*. — La cuestión de las calidades en relación con los procedimientos de fabricación. — Situación de España. — *Producción*. — *Distritos ferríferos de España*. Vizcaya. — Santander. — Almería. — Murcia. — Teruel y Guadalajara. — Huelva y Sevilla. — Granada y Málaga. — Jaén y Córdoba. — Badajoz. — Cordillera Ibérica. — Región del Noroeste de España. — Región pirenaica. — *Síntesis y porvenir de nuestra riqueza en criaderos de hierro*. — Nuevos estudios e investigaciones.

BARROIS (M. CHARLES). — *Relación de un viaje geológico por España*. — BOLETÍN, IV, 1877, págs. 373 a 382.

BENTABOL Y URETA (D. HORACIO). — *Las aguas de España y Portugal*. — BOLETÍN, XXV, 1898 (publicado en 1900), págs. 1 a 347, con 23 grabados en el texto. — Una lámina (Mapa eudiométrico e ipsométrico de España y Portugal, en escala de 1 : 5.000.000).

— *Nota sobre la importante intervención de las grandes fallas geológicas en el régimen hidráulico superficial y subterráneo*. — BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 285 a 287.

CALDERÓN (D. S.). — *Sobre la existencia del terreno infralíasico en España*. — BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), páginas 319 a 321, con dos grabados en el texto.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. — *Estado de los trabajos del Mapa geológico de España al terminar el año 1887*. — BOLETÍN, XIV, 1887 (publicado en 1889), págs. 209 a 228.

CORTÁZAR (D. DANIEL DE). — *Colecciones de rocas. — Catálogo de una colección de rocas entregada a la Facultad de Medicina de Madrid*. — BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 401 a 491.

— *Las hachas de piedra pulimentada, en España*. — BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 221 a 231. Tres láminas (Hachas de piedra pulimentada).

— *Noticia referente a estudios hidro-geológicos en España*. — BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 177 a 206.

EGOZCUE Y CÍA (D. JUSTO). — *Catálogo de fósiles de España*

presentados por la Comisión del Mapa geológico en la Exposición de Minería. — BOLETÍN, X, 1883, págs. 119 a 154.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL). — *Notas para un estudio bibliográfico sobre los orígenes y el estado actual del Mapa geológico de España*. — BOLETÍN, I, 1874, págs. 17 a 152.

— *Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874*. — BOLETÍN, III, 1876, págs. 1 a 89.

HARLÉ (MR. EDUARDO). — *Ensayo de una lista de mamíferos y aves del cuaternario, conocidos hasta ahora en la Península Ibérica*. — BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 135 a 162, con una lámina (Molar y mandíbula de Reno).

LEYMERIE. — *Nota acerca del garumnense español*. — BOLETÍN, III, 1876, págs. 347 a 352.

MALLADA (D. LUCAS). — *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España*. — BOLETÍN, II, 1875, a XVIII, 1891 (publicado en 1892). — 206 láminas.

Sumario: Introducción. *Sistema siluriano* (100 especies descritas y 64 figuradas). — *Sistema devoniano* (142 especies descritas y 108 figuradas, de las cuales es nueva el *Bronteus Castroi*). — *Sistema carbonífero* (188 especies descritas y 146 figuradas, de las que son nuevas: *Eulima Donayreana*, *Pleurotomaria Vidalina*, *Bellerophon sub-Urri*, *B. gracilis*, *Cardinia sub-ovalis* y *Conocardium Cortazari*). — *Sistema triásico* (33 especies descritas y 20 figuradas). — *Sistema jurásico* (445 especies descritas y 162 figuradas, de las cuales es nueva: *Balanocrinus hispanicus*). — *Sistema cretáceo inferior* (464 especies descritas y 314 figuradas, de las que son nuevas: *Ammonites beticus*, *A. sub-gargaseanus*, *A. sub-neocomiensis*, *A. sub-Royerianus*, *A. sub-Martini*, *A. sub-serratus*, *A. hispanicus*, *A. Castroi*, *A. Egozcuei*, *A. Mac-Phersoni*, *Rostellaria Landereri*, *Serpula Landereri*, *Pecten Escosurae*, *Mytilus Egozcuei*; *Terebratula Cortazari*, *Cycloseris Escosurae* y *Dendrogyra Carmonae*). *Sistema cretáceo superior* (No se ha publicado descripción alguna; se han dado 14 láminas con 24 especies, de las que es nueva el *Ammonites Almerae*). — *Sistema numulítico*. (No hay texto; hay publicadas 14 láminas con 83 especies, de las

que son nuevas: *Serpula sub-macrocephala*, *Ostrea Rouaulti*, *Tebratella Vidali*, *Montiraultia Egozcuei*, *Orbitoides sub-stellata* *Favia Bauzai*, *Dimorphastrea Cortazari* y *D. Castroi*.

—*Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España*.—BOLETÍN, III, 1891 (publicado en 1892), págs. 1 a 253.

—*Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España*.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 153 a 203, con cinco grabados en el texto.

—*Explicación del Mapa geológico de España*; tomo I. *Rocas hipogénicas y sistema estrato-cristalino*.—MEMORIAS, 1895.—Un volumen en 4.º de 558 páginas, con 37 grabados intercalados en el texto.

Sumario: Introducción.—Capítulo primero. ROCAS HIPOGÉNICAS ANTIGUAS.—Art. I. *Generalidades*. Composición.—Descomposición del granito.—Origen del granito.—Edad del granito.—Metamorfismo del granito.—Art. II. *Grupo del litoral Catalán*.—Art. III. *Grupo de los Pirineos*.—Art. IV. *Grupo del Noroeste*.—Art. V. *Grupo central*.—Art. VI. *Grupo bético-extremeño*.—Art. VII. *Grupo penibético*.—Art. VIII. *Isleños pequeños diseminados en varias provincias*.—Art. IX. *Minerales*: cuarzo, topacios de Hinojosa, calcedonia, cal fosfatada.—Minerales de plomo.—Minerales de cobre.—Otros minerales.—*Aguas minero-medicinales*.—Capítulo segundo. ROCAS HIPOGÉNICAS MODERNAS. Art. I. *Generalidades*. Composición.—Art. II. *Región cántabro-pirenaica*.—Art. III. *Región central*.—Art. IV. *Región mediterránea*.—Art. V. *Región meridional*.—Art. VI. *Minerales*. Criaderos de plomo.—Otros minerales.—*Aguas minerales*.—Capítulo tercero. ESTRATO-CRISTALINO. Art. I. *Generalidades*.—Petrología.—Descomposición de las rocas.—Espesor.—Estratigrafía.—Art. II. *Región pirenaica*.—Art. III. *Región del Noroeste*.—Art. IV. *Región central*.—Art. V. *Región bética-extremeña*.—Art. VI. *Región penibética*.—Art. VII. *Minerales*. Minerales de plata, plumbo-argentíferos, de cobre y de hierro. Otros minerales. *Aguas minerales*.

—*Explicación del Mapa geológico de España*; tomo II. *Sistemas cambriano y siluriano*.—MEMORIAS, 1896.—Un volumen en 4.º de 515 páginas con 36 grabados en el texto.

Sumario: SISTEMA CAMBRIANO.—Art. I. *Generalidades*. Extensión. Petrología. Caracteres estratigráficos. Caracteres paleontológicos. División del Sistema.—Art. II. *Región Noroeste*.—Enu-

meración de las manchas. Datos locales.—Art. III. *Región pirenaica*.—Enumeración de las manchas. Datos locales. Art. IV. *Región central*.—Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. V. *Región bético extremeña*.—Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. VI. *Región penibética*. Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. VII. *Minerales de hierro*. Criaderos de plomo. *Minerales de plata*. Criaderos de cobre. Idem de estaño. *Minerales de antimonio*. Criaderos de fosforita. Otros minerales. *Aguas minero-medicinales*.—SISTEMA SILURIANO. Art. I. *Generalidades*. Petrología. Caracteres paleontológicos. Idem estratigráficos. División en tramos.—Art. II. *Región Noroeste*.—Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. III. *Región pirenaica*.—Art. IV. *Región mediterránea*.—Art. V. *Región central*.—Art. VI. *Región mariánica*.—Art. VII. *Minerales*: hierro, manganeso, cobalto, plomo, plata y cobre. Criaderos cobrizos. Criaderos de azogue. *Minerales de antimonio*. Otros minerales. *Aguas minero-medicinales*.

—*Explicación del Mapa geológico de España*; tomo III. *Sistemas devoniano y carbonífero*.—MEMORIAS, 1898.—Un volumen en 4.º de 405 páginas, con 37 grabados en el texto.

Sumario: SISTEMA DEVONIANO. Art. I. *Generalidades*. Extensión. Petrología. Caracteres estratigráficos. Idem paleontológicos. División en tramos.—Art. II. *Región del Noroeste*. Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. III. *Región pirenaica*.—Art. IV. *Sistema devoniano del resto de España*.—Art. V. *Minerales*. Criaderos de hierro. Idem de fosforita. Otros minerales. *Aguas minero-medicinales*.—SISTEMA CARBONÍFERO. Art. I. *Generalidades*. Extensión. Petrología. Caracteres paleontológicos. División en tramos. Espesor del sistema.—Art. II. *Región cantábrica*. Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. III. *Región pirenaica*.—Art. IV. *Región central*.—Art. V. *Región meridional*.—Art. VI. *Minerales*.—Criaderos de cobre, cobalto y níquel, zinc, hierro, manganeso, cinabrio. Otros minerales. *Fuentes minerales*.

—*Explicación del Mapa geológico de España*; tomo IV.—*Sistemas permiano, triásico, liásico y jurásico*.—MEMORIAS, 1902. Un volumen en 4.º de 514 páginas, con 93 grabados en el texto.

Sumario: SISTEMAS PERMIANO Y TRIÁSICO.—Art. I. *Generalidades*. Extensión. Petrología. Caracteres estratigráficos. Idem paleontológicos. División en tramos.—Art. II. *Región cántabro-pirenaica*.

Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. III. *Región central*.—Art. IV. *Región mediterránea*.—Art. V. *Región meridional*.—Art. VI. *Minerales*. Salinas y manantiales de cloruro sódico. Criaderos de hierro. Idem de plomo. Otros minerales. *Aguas minero-medicinales*.—SISTEMAS LIÁSICO Y JURÁSICO. Art. I. *Generalidades*. Extensión. Caracteres petrológicos. Idem estratigráficos. Idem paleontológicos. División en edades.—Art. II. *Región cántabro-pirenaica*. Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. III. *Región central*.—Art. IV. *Región mediterránea*.—Art. V. *Región meridional*.—Art. VI. *Minerales*: cuarzo, hierro, manganeso, zinc, níquel, plomo y cobre. Lignito. *Aguas minero-medicinales*.

—*Explicación del Mapa geológico de España*; tomo V.—*Sistemas infracretáceo y cretáceo*.—MEMORIAS, 1904.—Un volumen en 4.º de 519 páginas, con 103 grabados en el texto.

Sumario: SISTEMAS INFRACRETÁCEO Y CRETÁCEO. Art. I. *Generalidades*. Extensión. Caracteres petrográficos. Idem paleontológicos. Idem estratigráficos. División en edades.—Art. II. *Región cántabro-pirenaica*.—Enumeración de las manchas. Datos locales. Art. III. *Región central*.—Art. IV. *Región mediterránea*.—Art. V. *Región meridional*.—Art. VI. *Minerales*. Criaderos de carbón, azabache, asfalto, hierro. Minerales de zinc. Idem de plomo. Otros minerales. *Aguas minero-medicinales*.

—*Explicación del Mapa geológico de España*; tomo VI.—*Sistemas eoceno, oligoceno y mioceno*.—MEMORIAS, 1907. Un volumen en 4.º de 686 páginas, con 99 grabados en el texto.

Sumario: SISTEMA EOCENO. Art. I. *Generalidades*. Caracteres petrológicos. Idem paleontológicos. División en edades.—Art. II. *Región cántabro-pirenaica*.—Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. III. *Regiones mediterránea y meridional*.—SISTEMA OLIGOCENO. *Generalidades*. Caracteres petrológicos. Idem paleontológicos. Idem estratigráficos. Enumeración de las manchas. Datos locales.—SISTEMA MIOCENO. Art. I. *Generalidades*. Caracteres petrológicos. Idem paleontológicos. Idem estratigráficos. Extensión. División en edades.—Art. II. *Cuencas del Duero y del Ebro*. Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. III. *Cuencas del Tajo y del Guadiana*.—Art. IV. *Región mediterránea*.—Art. V. *Región meridional*.—MINERALES DE LOS SISTEMAS EOCENO, OLIGOCENO Y MIOCENO. Minerales cuarzosos. Criaderos de azufre.

Sal común y manantiales salados. Sulfato de sosa. Yeso. Lignito. Asfalto. Otros minerales. *Aguas minero-medicinales*.

—*Explicación del Mapa geológico de España*; tomo VII y último.—*Sistema plioceno, diluvial y aluvial*.—MEMORIAS, 1911. Un volumen en 4.º de 543 páginas, con 25 grabados en el texto.

Sumario: SISTEMA PLIOCENO. *Generalidades*. Caracteres petrológicos. Idem estratigráficos. Idem paleontológicos. División en tramos. Enumeración de las manchas. Datos locales.—SISTEMA DILUVIAL. Art. I. *Generalidades*. Petrología. Caracteres estratigráficos. Idem paleontológicos. División en edades. Cavernas. Fenómenos glaciales.—Art. II. *Región del Noroeste y cántabro*. Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. III. *Cuenca del Duero*.—Art. IV. *Cuenca del Ebro*.—Art. V. *Región mediterránea*.—Art. VI. *Cuenca del Tajo y del Guadiana*.—Art. VII. *Región meridional*.—SISTEMA ALUVIAL. Art. I. *Generalidades*. Aluviones de ríos. Depósitos de caliza tobácea. Turberas. Médanos. Extensión.—Art. II. *Región cántabro*. Enumeración de las manchas. Datos locales.—Art. III. *Cuenca del Ebro*.—Art. IV. *Región mediterránea*.—Art. V. *Cuenca del Tajo y del Guadiana*.—Art. VI. *Región meridional*. MINERALES DE LOS SISTEMAS PLIOCENO, DILUVIAL Y ALUVIAL. Criaderos auríferos. Turba. Minerales de hierro. Otros minerales.—ADVERTENCIA FINAL.

PUIG Y LARRAZ (D. GABRIEL).—*Cavernas y simas de España*.—BOLETÍN, XXI, 1894 (publicado en 1896), págs. 1 a 332.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—*La tectónica general, en sus relaciones con las aguas minero-medicinales*.—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 295 a 505.

SÁNCHEZ MASSÍ (D. JUAN).—*Mapa topográfico de España, publicado por el Instituto geográfico*.—BOLETÍN, III, 1876, páginas 243 y 244.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Edición en XVI hojas (primera tirada, 1889-1892; segunda tirada, 1892-1896).—Edición económica, en 64 hojas, 1892-1918.

—*Mapa geológico de España*, en escala de 1 : 150.000, reduc-

ción del publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 40.000.—Una hoja, 1894.

Andalucía.

CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Región epigénica de Andalucía y edad de sus ofitas.*—BOLETÍN, XVII, 1890 (publicado en 1891), páginas 499 a 526, con tres grabados en el texto.

GAVALA (D. JUAN).—*Regiones petrolíferas de Andalucía.*—BOLETÍN, XXXVIII, 1916, págs. 29 a 211, con 13 fotograbados en el texto.—Tres láminas (I. Regiones petrolíferas de Andalucía. Villamartín.—Lebrija; plano en escala de 1 : 100.000.—II. Cónil.—Barbate; plano en escala de 1 : 100.000.—III. Cortes geológicos).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Observaciones preliminares a los «Estudios relativos al terremoto ocurrido en Andalucía el 25 de Diciembre de 1884, y a la constitución geológica del suelo conmovido por las sacudidas, efectuado por la Comisión destinada al objeto por la Academia de Ciencias de París.*—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 299 a 303.

—*Notas y observaciones a los estudios de la Comisión nombrada por la Academia de Ciencias de París para el estudio de los terremotos de Andalucía* (núms. 512 a 514).—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 353 a 380.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL), LASALA (DON JUAN PABLO), CORTÁZAR (D. DANIEL DE), GONZALO Y TARÍN (D. JOAQUÍN).—*Comisión para el estudio de los terremotos de Andalucía.*—Informe dando cuenta del estado de los trabajos en 7 de Marzo de 1885.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 1 a 107.—Dos láminas.

Sumario: Preámbulo. Itinerarios seguidos. Plan del informe. *Teorías sísmicas.*—Orografía de las provincias de Granada y Málaga.—*Hidrografía.*—*Geología.* Consideraciones generales. Sistemas estrato-cristalino; cambriano, siluriano, triásico, liásico, jurásico, cretáceo, eoceno, oligoceno, mioceno, plioceno, diluvial y aluvial.—*Sismografía.* Hora en que se sintió el terremoto.—Superficie a que se extendió el terremoto.—Duración y foco

aparente.—Profundidad o verdadero foco inicial.—Velocidad en la transmisión del movimiento.—Duración del terremoto.—Naturaleza de los movimientos que lo han producido.—Repetición del fenómeno.—Fenómenos que han precedido, acompañado y seguido al terremoto.—Cambio en el régimen de las aguas. Fenómenos biológicos.—Perturbación en los aparatos magnéticos.—Depresión barométrica.—Ruidos.—Olores.—Fenómenos luminosos.—Perturbaciones atmosféricas.—Perturbaciones en el mar.—Efectos dinámicos producidos por el terremoto.—Daños causados por el terremoto.—Defectos en la edificación.—Remedios.—Resumen.—Cuadro de observaciones sísmicas (25 Diciembre 1884 a 9 Marzo 1885).

FOUQUÉ (M. F.).—*Física del globo.* (Informe de la Comisión nombrada por la Academia de Ciencias de París para el estudio de los terremotos de Andalucía).—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 141 a 153.

Sumario: Superficie conmovida por el terremoto.—Hora del sacudimiento del 25 de Diciembre de 1884.—Velocidad de propagación de la onda.—Movimientos precursores.—Ruido.—Desastres.—Sacudidas consecutivas.—Efectos del terremoto.—Relaciones entre los fenómenos originados por el temblor de tierra y la constitución geológica de la comarca.—Determinación de la profundidad del centro de conmoción.—Discusión de las teorías propuestas para explicar los temblores de tierra, considerándolas especialmente aplicadas al terremoto de Andalucía.

FOUQUÉ (M. F.), MICHEL LÉVY, BERTRAND (M. M.), BARROIS (M. CH.), OFFRET (M. A.), KILLÁN (M. W.), BERGERON (M.) y BREON (M.).—*Estudios relativos al terremoto ocurrido en Andalucía el 25 de Diciembre de 1884 y a la constitución geológica del suelo conmovido por las sacudidas.*—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 305 a 351, con tres grabados en el texto y una lámina (Porción del suelo de Andalucía conmovida por el terremoto del 25 de Diciembre de 1884, en escala de 1 : 400.000).

Sumario: Introducción.—Exposición y discusión de los fenómenos que caracterizaron el terremoto del 25 de Diciembre de 1884.—Región superficial conmovida.—Hora del sacudimiento.—Duración y número de las sacudidas. Carácter de las sacu-

didias. Velocidad de propagación. Ruido sísmico. Desastres. Efectos geológicos del terremoto. Detalles particulares recogidos por los miembros de la Comisión. Exposición de los métodos propuestos para llegar a conocer los hechos relacionados directamente con la causa de los terremotos.—Posición del epicentro. Método de Seebach. Método de Mallet.—Método de Falb.—Relaciones entre los fenómenos que presentó el terremoto de Andalucía de 1884-1885 y la constitución geológica de la región.

FOUQUÉ (M. F.) y MICHEL LÉVY.—*Experimentos acerca de la velocidad de propagación de las sacudidas en diferentes terrenos.*—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 381 a 399, con cuatro grabados en el texto.—Dos láminas.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas IX (primera edición, 1891), X (primera edición, 1891), XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892), XIII (primera edición, 1891), XIV (primera edición, 1891; segunda edición, 1896) y XV (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas números 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52, 53 y 59.

Aragón.

CAREZ (M. LOUIS).—*Breves indicaciones acerca del sistema cretáceo del norte de España.*—BOLETÍN, 1881, págs. 343 a 348.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 13, 14, 21, 22, 29 y 30.

Castilla la Nueva y Mancha.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en

escala de 1 : 400.000.—Hojas VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894), VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893), X (primera edición, 1891) y XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892).—Edición económica, 1892, hojas números 20, 21, 27, 28, 29, 35, 36, 37, 43 y 44.

Castilla la Vieja.

(ANÓNIMO).—*El Ilmo. Sr. D. Felipe Bauzá y sus trabajos geológicos.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 100 a 105 y 107.

CAREZ (M. LOUIS).—*Breves indicaciones acerca del sistema cretáceo del norte de España.*—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 343 a 348.

GIL Y MAESTRE (D. AMALIO).—*Depósitos de huesos en Castilla la Vieja y principalmente en la parte llamada «Tierra de Campos».*—BOLETÍN, II, 1875, págs. 361 a 368.—Una lámina (Zona de Castilla en que se han encontrado depósitos de huesos, en escala de 1 : 200.000).

LÓPEZ DE QUINTANA (ILMO. SR. D. DIEGO).—*Consideraciones acerca de la nota del Ingeniero de Minas D. Amalio Gil y Maestre sobre los depósitos de huesos encontrados en Castilla.*—BOLETÍN II, 1875, págs. 369 a 375.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895), III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893), VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894) y VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas 4, 12, 13 y 19 (segunda edición, 1894), 20, 21, 27 y 28.

Cataluña.

(ANÓNIMO).—*El Ilmo. Sr. D. Felipe Bauzá y sus trabajos geológicos.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 106, 108 a 114.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN), ALMERA (D. JAIME), BARROIS (D. CARLOS), BERGUERÓN (D. J.), BOFILL (D. ARTURO), CALDERÓN

(D. S.), DEPERET (D. CARLOS), DOLLFUS (D. G. F.), STUART-MEN-TEATH y VIDAL (D. L. M.).—*Excursiones verificadas durante la reunión de la Sociedad Geológica de Francia, en Barcelona, en Septiembre y Octubre de 1898*.—BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), págs. 83 a 359, con 47 grabados en el texto y dos láminas (I. Cantera de sal en el criadero de Cardona.—II. Pliegues en el criadero de sal (La Salvoja, cerca de Cardona).

Índice de las excursiones.—De Gerona a Olot y a San Juan de las Abadesas.—Observaciones acerca de la región volcánica de Olot.—De Sans a Montjuich.—De Olesa a La Puda y Monserrat.—Faja numulítica del macizo antiguo de Barcelona y estudio de la fauna oligocena de Calaf.—Criadero de sal de Cardona.—Excursión a Moncada y Sardanyola.—A Gracia y El Coll (Horta) y al Tibidabo y Esplugas.—Excursión a Castellbisbal y al Papiol.—A Gavá, Brugués, Vegas y Vallirana.—A Castelldefels y costas de Garraf.—Alrededores de Vilanova y de Vilafranca. El triás con ceratites y eoceno inferior de la estación de Olesa (Barcelona).—Nuevas observaciones sobre las faunas silurianas de los alrededores de Barcelona.—Las rocas eruptivas de la provincia de Barcelona.—Excursiones a Castellví de la Marca, al valle de San Pau de Ordal y a San Sadorní de Noya.—Nota acerca de la dolomía de Cataluña y de los Pirineos.—Los terrenos neógenos de Barcelona.—El cretáceo superior del valle de la Muga (Gerona).—Sobre la existencia del terreno infralíasico en España.—Sobre los terrenos paleozóicos de los alrededores de Barcelona y comparación con los de Montagne Noire (Languedoc).—Relación entre la geología y la hidrología en Cataluña.—Excursión de la provincia de Lérida.

ALMERA (DR. D. JAIME) y BOFILL (D. ARTURO).—*Moluscos fósiles de los terrenos terciarios superiores de Cataluña* (texto en español y en latín). *Familia Cancelarida*.—BOLETÍN, XI, 1884, páginas 81 a 157.—Cinco láminas.

—*Moluscos fósiles de los terrenos terciarios superiores de Cataluña. Familia Estrómbida*.—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 393 a 440.—Tres láminas.

Moluscos fósiles recogidos en los terrenos pliocenos de Cataluña. Descripción y figuras de las formas nuevas y enumeración de todas las encontradas en dichos yacimientos.—BOLETÍN,

XXIV, 1897 (publicado en 1898), págs. 1 a 223. —Catorce láminas (Moluscos pliocenos).

CAREZ (M. LOUIS).—*Breves indicaciones acerca del sistema cretáceo del norte de España*.—BOLETÍN, VIII, 1881, páginas 343 a 348.

COSSMANN (M.).—*Estudio de algunos moluscos eocenos del Pirineo catalán*.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), páginas 167 a 198.—Cinco láminas (Moluscos eocenos del Pirineo catalán).

FLICHE (M. P.).—*Nota sobre algunos vegetales terciarios de Cataluña*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 153 a 166, con dos grabados en el texto y una lámina (Algunos vegetales terciarios).

LEYMERIE.—*Nota acerca del garumnense español*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 348 a 351.

MARTEL (D. E. A.).—*Exploraciones subterráneas en Baleares y Cataluña*.—Traducción y notas de D. Gabriel Puig y Larraz. BOLETÍN, XXIV, 1897 (publicado en 1898), págs. 228 a 258, con dos grabados en el texto.—Una lámina (Caverna del Drach; plano en escala aproximada de 1 : 2.700).

PUIG Y LARRAZ (D. GABRIEL).—*Hipuritos de Cataluña. Compendio de los trabajos de M. Downillé, acerca de los rudistitos*.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 211 a 278 con 55 grabados en el texto.

RUBIO (D. CÉSAR) y MARÍN (D. AGUSTÍN).—*Sales potásicas en Cataluña*.—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), páginas 173 a 230, con cinco grabados en el texto y tres láminas (I. Bosquejo geológico de la comarca, en escala de 1 : 400.000. II. Región de Suria; plano en escala de 1 : 20.000.—III. Trabajos mineros de la concesión «Rumanie». Pozo maestro; plano en escala de 1 : 500).

—*Sales potásicas de Cataluña*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, páginas 349 a 384.—Seis láminas (Mapa de la cuenca de sales potásicas de Cataluña, en escala de 1 : 150.000.—Emplazamiento del sondeo núm. 1, de Casa Botines.—Emplazamiento del sondeo núm. 2, de Llardella.—Emplazamiento del sondeo núm. 3, de Ca-

sa del Marqués.—Emplazamiento del sondeo nú.m 4, de Casa de Vila.—Emplazamiento del sondeo nú.m. 5, de Corá).

VIDAL (D. LUIS MARIANO).—*Datos para el conocimiento del terreno «garamnense» de Cataluña.*—BOLETÍN, I, 1874, págs. 209 a 247.—Láminas I a 7 (Fósiles) y 8 (Cortes geológicos).

—*Nota acerca del sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña.*—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 257 a 372.—Una lámina (Fósiles cretáceos).

Sumario: Extensión de las formaciones cretáceas.—Detalles estratigráficos.—Consideraciones acerca del cretáceo de los Pirineos de Cataluña.—Distribución de los Rudistos.—Movimientos del suelo en la época cretácea.—Cuadro que expresa la correspondencia de las principales localidades descritas en esta nota, con otras de España y de Francia.—Parte paleontológica. Cuadro de las especies cretáceas de los Pirineos de Cataluña.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hoja III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893), IV (primera edición, 1890; segunda edición, 1893), VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y VIII (primera edición, 1890).—Edición económica, 1892, hojas números 14, 15, 22, 23 y 30.

Extremadura.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas V (primera edición, 1891), VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894), IX (primera edición, 1894) y X (primera edición, 1891).—Edición económica, 1892, hojas números. 26, 27, 34, 35, 42 y 43.

Galicia.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas I (primera edición, 1892; segunda

edición, 1896) y V (primera edición, 1891).—Edición económica, 1892, hojas números. 1, 2, 9, 10, 17 y 18.

León (Reino de).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas I (primera edición, 1892; segunda edición, 1896), II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895), V (primera edición, 1891) y VI (primera edición, 1889; segunda edición, 1894).—Edición económica, 1892, hojas números. 10, 11, 12, 18, 19, (segunda edición, 1894), 20, 26 y 27.

Murcia (Reino de).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.090.—Hojas X (primera edición, 1891) y XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892).—Edición económica, 1892, hojas números. 36, 37, 44, 45 y 53.

Provincias Vascongadas y Navarra.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Edad de las ofitas.*—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 93 a 96.

CAREZ (M. LOUIS).—*Breves indicaciones acerca del sistema cretáceo del norte de España.*—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 343 a 348.

MAESTRE (ILMO. SR. D. AMALIO).—*Reseña geológica de las Provincias Vascongadas.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 283 a 327.—Una lámina (Mapa geológico en bosquejo, de las Provincias Vascongadas, en escala de 1 : 500.000).

Sumario: DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación, límites, extensión.—*Orografía.* Cordilleras y sierras.—Llanuras.—Valles.—*Hidrografía.* Aguas corrientes.—Costas y puertos.—Aguas estancadas.—Aguas minero-medicinales.—*Meteorología.*—*Agricultura.* DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. *Formaciones sedimentarias.* Período cua-

ternario.—Período terciario superior (Mioceno y plioceno).—Período terciario inferior (grupo numulítico).—Período cretáceo. Datos estratigráficos.—Período jurásico.—Período triásico.—Período siluriano.—*Formaciones hipogénicas*. Granito. Traquitas. Pórfidos ú ofitas.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas II (primera edición, 1892; segunda edición, 1895), III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y VII (primera edición, 1891; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 4, 12, 13 y 21.

Valencia (Reino de).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas VI (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y XI (primera edición, 1891; segunda edición, 1892).—Edición económica, 1892, hojas núms. 29, 30, 37, 38, 45 y 46.

Poseciones del África septentrional.

DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE) y MILANS DEL BOSCH (D. JAVIER). *Estudios relativos a la geología de Marruecos*.—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 15 a 170, con ocho grabados en el texto y 21 fotograbados. Siete láminas (I. Mapa minero de zona de influencia española en Marruecos. - II. Plano geológico de la zona de Ceuta, en escala de 1 : 40.000.—III. Cortes geológicos de la zona de Ceuta.—IV. Plano geológico de la zona de Tetuán, en escala de 1 : 100.000.—V. Cortes geológicos de la zona de Tetuán.—VI. Croquis geológico de Tetuán y sus alrededores, en escala de 1 : 20.000.—VII. Bosquejo geológico de la zona atlántica del protectorado español, en escala de 1 : 100.000).

Sumario: Introducción, por D. Agustín Marín.—ZONA DE CEUTA. *Descripción geográfica*.—*Estudio geológico*.—Terreno hipogénico.—Terrenos sedimentarios.—Terrenos estrato-cristali-

no, cambriano, devoniano, permiano, triásico, liásico, eoceno, plioceno y cuaternario.—*Yacimientos minerales*. ZONA DE TETUÁN. *Descripción geográfica*.—*Id. geológica*.—Terrenos estrato-cristalino, cambriano, permiano, triásico, liásico, eoceno, mioceno, plioceno y cuaternario.—ZONA ATLÁNTICA. *Descripción geográfica*.—*Estudio geológico*.—Terrenos hipogénico, sedimentario, triásico, eoceno, plioceno, diluvial y aluvial.—*Notas hidro-lógicas*.

—*Los terrenos secundarios del Estrecho de Gibraltar*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 561 a 570.—Dos láminas (Cortes geológicos).

MARÍN (D. AGUSTÍN).—*Estudio petrográfico de las rocas hipogénicas de Marruecos*.—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 275 a 375, con 47 microfotografías en negro y 9 en colores.

Sumario: Gurugú.—Tinidid y alrededores.—Montes de Benibú.—Ifrur.—Tres Forcas.—Ceuta.—Asomos hipogénicos de la zona atlántica.—*Resumen*.

RUBIO (D. CÉSAR).—*Datos para el estudio geológico-minero de la Guelaya (Marruecos)*.—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 33 a 94, con un grabado y 18 láminas en el texto (I. Bosquejo geológico de Guelaya, en escala de 1 : 300.000.—II. Plano topográfico de la Guelaya meridional, en escala aproximada de 1 : 55.000.—III. Plano geológico-minero del distrito de Uixau-Afra (Guelaya), en escala aproximada de 1 : 55.000.—IV. Plano geológico de la región de Afra. Criaderos metalíferos de plomo y zinc, en escala de 1 : 15.000.—V. Bosquejo geológico-minero de la región Bocoya Iberkauen, en escala de 1 : 15.000.—VI. Plano de los yacimientos de hierro de Beni-Du-Ifrur, en escala de 1 : 15.000.—VII. Minas plumíferas de Afra. Detalles de labores.—VIII. Id. Cortes transversales.—IX. Criadero de hierro de Afra (Jémis). Croquis y criadero de hierro. Mina «Valenciana», croquis.—X. Minas de hierro de Bocoya Iberkauen. Detalles de labores.—XI. Bosquejo geológico-minero de las minas de Uixau. Corte.—XII. Valles de Uixau y del Masing, desde Atlátén.—XIII. Faro de Tres Forcas.—XIV. Vista general del criadero de Uixau.—XV. Vista del Tidimit, desde monte Uixau.—XVI. Crestón de hierro en Uixau. XVII. Idem.—XVIII. Gran crestón de hierro en Uixau.

Sumario: *Orografía*.—*Petrografía*.—Clasificación geológica de las formaciones. Formaciones eruptivas.—*Hidrología*.—*Criaderos minerales*. Minerales de plomo y zinc. Minerales de hierro. Mina «Valenciana».—Mina «Rogelio».—Masa «Mauricio» Iberkauen.

VALLE (D. ALFONSO DEL) y FERNÁNDEZ IRUÉGAS (D. PABLO).—*Estudios relativos a la geología de Marruecos*.—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 171 a 254, con 20 fotograbados y dos grabados en el texto.—Tres láminas (I. Mapa hipsométrico de Guelaya, en escala de 1 : 250.000.—II. Plano geológico de Guelaya, en escala de 1 : 100.000. III. Zona de Melilla, Cortes geológicos).

Sumario: ZONA DE MELILLA. *Descripción física*. *Orografía*.—Valles y llanuras.—*Hidrografía*. Cortes.—*Meteorología*.—*Descripción geológica*.—Terrenos arcaico, siluriano, triásico, liásico, jurásico, cretáceo y eoceno.—Terrenos neogenos. Terrenos mioceno, plioceno, pleistoceno y actual.—*Hidrología*.

—*Nota acerca de los criaderos de minerales de Guelaya*.—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 255 a 273, con cuatro fotograbados en el texto.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hoja XIV (primera edición, 1891; segunda edición, 1896).—Edición económica, 1892, hoja número 59.

ANTILLAS

Isla de Cuba.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Rocas hipogénicas de la Isla de Cuba*.—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 71 a 88. Cuatro láminas (I. Pórfido cuarcífero.—II. Labradorita.—III. Tefrita.—IV. Serpentina).

CORTÁZAR (D. DANIEL DE).—*Descripción de un nuevo equinodermo de la isla de Cuba*, «*Encope Cia*», nov. sp.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 227 a 232.—Dos láminas.

COTTEAU (M. G.).—*Descripción de los equinoides fósiles de la isla de Cuba*, adicionada por D. Justo Egozcue y Cía.—BOLETÍN, XXII, 1895 (publicado en 1897), págs. 1 a 99.—Veintinueve láminas (Fósiles).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 62 a 70 y 89.

—*Pruebas paleontológicas de que la isla de Cuba ha estado unida al continente americano, y breve idea de su constitución geológica*.—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 357 a 372.—Una lámina (Croquis geológico de la isla de Cuba).

PELLITERO (D. VALENTÍN).—*Apuntes geológicos referentes al itinerario de Sagua de Tánamo a Santa Catalina de Guantánamo, en la isla de Cuba*.—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 89 a 98.—Una lámina (Croquis geológico de una estrecha zona de la provincia de Santiago de Cuba, en escala de 1 : 400.000 y Corte por Santa Catalina de Guantánamo y Sagua de Tánamo, en escala de 1 : 60.000).

SALTERAÍN (D. PEDRO).—*Apuntes para una descripción físico-geológica de las jurisdicciones de la Habana y Guanabacoa*.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 161 a 225, con siete grabados en el texto.—Una lámina (Mapa geológico y topográfico, en bosquejo, en escala de 1 : 200.000).

Sumario: DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación. Población.—*Orografía*. Sierras. Valles.—*Hidrografía*. Ríos: Almendares, Marianao, Luyanó, Cojimar y Bacuranao.—Aguas minerales. Análisis de las principales.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. *Terreno cuaternario*: Formación reciente. Arrecifes. Depósitos detríticos. Aluviones.—Sistema posplioceno. Rocas y fósiles.—*Terreno terciario*: Mioceno. Extensión geográfica. Composición. Disposición especial en que se presentan los estratos. Tramos. Fósiles.—*Eoceno*. Caracteres orográficos y estratigráficos. Caracteres mineralógicos. Caracteres paleontológicos. Fósiles.—*Terreno secundario*: Cretáceo. Extensión superficial. Caracteres petrográficos y estratigráficos. Carencia de fósiles.—*Formación serpentínica*.—MINERÍA. Asfalto y cobre.

—*Ligera reseña de los temblores de tierra ocurridos en la isla de Cuba (1551-1880)*.—BOLETÍN, X, 1883, págs. 371 a 385.

Isla de Puerto Rico.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 70, 71 y 89.

Islas Filipinas.

ABELLA Y CASARIEGO (D. ENRIQUE).—*Memoria acerca de los criaderos auríferos del segundo distrito del departamento de Mindanao.—Misamis.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 33 a 62.—Cuatro láminas.

Sumario: *Criaderos auríferos.* Clases de criaderos e importancia de cada una de éstas en el distrito. Disposición y límites de las zonas auríferas. Caracteres generales de las explotaciones del río Iponan. Descripción de los placeres más importantes: 1.º Cuenca del río Iponan. 2.º Cuenca del río Cagayán. 3.º Cuenca del río Bigaan. 4.º Cuenca del río Cutman. Riqueza de los placeres. *Criaderos en roca.*

—*Itinerarios geológicos. Observaciones tomadas al paso en los viajes hechos a las comarcas auríferas de Misamis.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 63 a 81.—Una lámina (Avance geológico de la parte central del distrito de Misamis, en escala de 1: 500.000).

Sumario: De Cagayán a Pigtao, pasando por Iponan, San Simón y Tagsulip.—De Tagsulip a Dominolog y Babantohom.—De Cagayán a Munigue.—De Cagayán a Quiliut.—De Quiliut a Taguiptip.—De Taguiptip a Pigholugan.—Catálogo descriptivo de los ejemplares de rocas recogidos.

—*Informe acerca de los terremotos sentidos en Nueva Vizcaya en Julio, Agosto, Septiembre y Octubre de 1881.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 345 a 361.

—*Apuntes físicos y geológicos tomados en el viaje de Nueva Vizcaya a Manila.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 363 a 369, con un grabado en el texto.

—*La isla de Bilirán y sus azufrales.*—BOLETÍN, XI, 1884, páginas 359 a 369.—Una lámina (Bosquejo topográfico de la isla, en escala de 1: 300.000).

Sumario: Situación, forma y dimensiones de la isla. — Hidrografía. — Orografía. — Petrología. — Azufrales. — Solfataras extinguidas. — Origen de la isla. — Explotación de las minas. — Catálogo de las rocas recogidas.

—*El monte Maquiling y sus actuales emanaciones volcánicas.* BOLETÍN, XI, 1884, págs. 371 a 394. Dos láminas (Bosquejo topográfico y geológico del Maquiling y de sus alrededores, en escala de 1: 270.000.—Vista del monte Maquiling desde Santo Tomás).

Sumario: Situación y aspecto exterior del monte de Maquiling.—*Hidrografía.* Ríos y arroyos. Río Tanauán. Río Pinquián. Río Cambantoc. Río Malauín. Río Dampalit. Río Maitín.—*Lagunas.* Laguna de los Caimanes. Charcas de Tadal. Laguna de Natungos.—*Manantiales.*—*Orografía.* Forma del cráter y sus bordes.—*GEOLOGÍA. Composición general.* Doleritas. Basaltos. Traquitas. Traquito-doleritas. Tobas y peperinos. *Emanaciones volcánicas actuales.* En la lagunilla de Natungos. Concreciones. Comparación con las de Tuni e Islandia.—En Lupang-Putí de los Baños, Bitín, Lupang-Putí de Bay, arroyo Pinquián y Pinaccialán. Manantiales termales.—Catálogo de rocas de los montes Maquiling y Sungay.

—*Emanaciones volcánicas subordinadas al Dalinao.*—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 395 a 404, con tres grabados en el texto y tres láminas [Plano de la falda oriental del Malinao, en escala de 1: 125.000.—Vista de los manantiales silíceos de Naglagbong Tiai (*conos blancos*).—Vista de los manantiales silíceo-ferruginosos de Naglagbong (*cono rojo*)].

Sumario: Situación geográfica.—*Figabó.* Aguas termo-sulfurosas. Aguas y depósitos ferruginosos. Aguas alumbrosas y depósitos piritosos.—*Naglagbong.* Depósitos silíceos blancos. Depósitos silíceo-ferruginosos.—*Matalibón.* Depósitos azufrosos.—Deducciones geológicas.

—*El Mayón o volcán de Albay.*—BOLETÍN, XI, 1884, páginas 405 a 423, con dos grabados en el texto y dos láminas (Plano de la región orográfica del volcán de Albay, en escala de 1: 200.000.—Vista del Mayón, tomada desde el camino de Albay a Daraga).

Sumario: Aspecto exterior del Mayón.—Erupciones históricas (1716-1875).—Erupciones de Julio, Noviembre y Diciembre

de 1881.—Caracteres generales de la erupción.—Hidrografía.—Orografía.—Petrología.—Conclusiones.

—*Rápida descripción física, geológica y minera de la isla de Cebú.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 1 a 189, con tres grabados en el texto y siete láminas (Curvas del movimiento de población.—Curvas meteorográficas.—Bosquejo geológico, en escala de 1 : 400.000.—Cortes geológicos.—Regiones carbonosas del norte y del oeste de la isla, en escala de 1 : 100.000.—Plano y corte de las labores interiores de las minas de Uling, en escala de 1 : 4.000.—Plano y corte de las labores de la mina de Compostela, en escala de 1 : 4.000).

Sumario: *Prólogo.* DESCRIPCIÓN FÍSICA.—Descubrimiento y colonización. Situación geográfica. Superficie y población. *Climatología.* Temperatura. Estaciones y monzones. Presión. Tormentas y baguños.—*Orografía.* Región central. Cordilleras principales y secundarias. Región septentrional. Región meridional.—Cuadro de altitudes.—*Hidrografía.* Ríos y arroyos.—Corrientes marinas.—Configuración [de las costas.—Manantiales.—Cuevas. Aguas estancadas.—Marismas.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. *Rocas hipogénicas y tobas.* Aspecto del terreno. Dioritas. Tobas. Felsosfiro. Andesitas. Deducciones geogénicas. Manantiales termales. Terremotos.—*Rocas sedimentarias.* Serie terciaria. *Eoceno.* Datos locales.—Serie cuaternaria. Rocas y fósiles.—Catálogo de rocas y minerales.—DESCRIPCIÓN MINERA. Reseña histórica.—*Criaderos metalíferos.* Galenas auro-argentíferas. Aluviones auríferos.—*Combustibles minerales.* Lignitos.

CENTENO (ILMO. SR. D. JOSÉ).—*Memoria geológico-minera de las islas Filipinas.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 181 a 234.—Una lámina (Mapa del Archipiélago filipino).

Sumario: RESEÑA FÍSICA. Situación, límites y extensión.—Orografía.—Volcanes.—Termas.—DATOS GEOLÓGICOS. Lepanto. Pangasinán y Pampanga. Cuenca carbonífera del sur de Luzón. Cuenca carbonífera de Cebú.—MINERÍA. Carbón. Hierro. Cobre. Oro. Mercurio. Plomo. Antimonio. Azufre.

—*Informe sobre los temblores de tierra ocurridos en el mes de Julio de 1879 en el distrito de Surigao, isla de Mindanao.*—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 215 a 221.

—*Memoria sobre los temblores de tierra ocurridos en Julio*

de 1880 en la isla de Luzón.—BOLETÍN, X, 1883, págs. 1 a 91, con dos grabados en el texto y 18 láminas (Efectos de los terremotos y mapa geográfico-sísmico de la isla de Luzón, en escala de 1 : 1.600.000).

Sumario: Introducción.—Observaciones y efectos generales. Descripción de los terremotos en Manila.—Efectos observados en las provincias del norte de Luzón: Pangasinán.—Provincia de la Unión.—Distrito de Benguet.—Ilocos Norte y Sur.—Distrito de Lepanto.—Zambales. Efectos producidos en las provincias del centro de Luzón. Tarlac, Pampanga y Bataán.—Nueva Écija. Bulacán.—Provincia de Manila.—Provincia de la Laguna y distrito de Morong.—Distrito de la Infanta. Provincia de Cavite.—Efectos observados en las provincias del Sur. Batangas. Provincia de Tayabas. Provincias de Camarines y Albay.—Deducciones generales. Relación de los fenómenos sísmicos y volcánicos. Teorías sobre el origen de los fenómenos sísmicos. Teorías plutónicas. Teorías químicas. Teorías mecánicas. Teorías electromagnéticas.

—*El volcán de Taal.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 169 a 221, con 12 grabados en el texto y cuatro láminas (Laguna de Taal, en escala de 1 : 500.000.—Isla del volcán de Taal, en escala de 1 : 60.000.—Volcán de Taal: interior del cráter, visto desde el lado norte.—Región tobácea del volcán de Taal, en escala de 1 : 1.600.000).

Sumario: DESCRIPCIÓN FÍSICA. Situación. Descripción de la laguna de Bombón.—*Orografía.* La isla del volcán.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. Composición mineralógica de las vertientes exteriores.—Binintiang.—Malaqui.—El Balantoc y Las Canas.—Tabaró.—Saluyán.—Interior del cráter.—Detalles del fondo del cráter. Laguna rojizo-amarillenta. Laguna verde. Cráter rojo. Cono activo.—Solfataras. Nivel de las lagunas interiores.—Erupciones prehistóricas.—Erupciones históricas.—Deducciones geológicas. Catálogo de muchas de las plantas que habitan en la pequeña isla del volcán de Taal, sita en el centro de la laguna de Bombón, isla de Luzón, recogidas en los años 1877 a 1879, y estudiadas después por el P. Fr. Celestino Fernández Villar, agustino.—Catálogo de las rocas del volcán de Taal y de los montes próximos a la laguna de Bombón.

—*Noticia acerca de los manantiales termo-minerales de Bam-*

bang y de las salinas de Monte Blanco en la provincia de Nueva Vizcaya.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 223 a 236.—Una lámina (Plano de la provincia de Nueva Vizcaya, en escala de 1 : 400.000).

CENTENO (ILMO. SR. D. JOSÉ), ROSARIO (D. ANACLETO DEL) y VERA (D. JOSÉ DE).—*Memoria descriptiva de los manantiales minero-medicinales de la isla de Luzón.*—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 177 a 295.—Dos cuadros (Distribución geográfico-provincial de los manantiales estudiados.—Cuadro comparativo de las densidades, temperaturas y composición química de los mismos).

Sumario: Procedimientos analíticos empleados.—Clasificación adoptada.—Descripción de los manantiales. AGUAS ACÍDULAS. *Carbónicas*. Laló (Goa, Camarines Sur).—AGUAS ALCALINAS. *Alcalinas bicarbonatadas*. Balong-Anito (Mariveles, Bataán). Lubó (Jalajala, La Laguna). Aguas Santas [manantial D] (Los Baños, La Laguna). Bombongan (Pagsanhan, La Laguna).—*Alcalinas silicatadas*. Santolan (Pásig, Manila).—AGUAS SULFUROSAS. *Sulfhídricas*. Manluluag (Mangataren, Pangasinán). San Rafael (Sibul, San Miguel de Mayumo, Bulacán). Santa Matilde (Sibul, San Miguel de Mayumo, Bulacán). San Mariano (Norzagaray, Bulacán). Sipocot (Sipocot, Camarines Sur). Asín (Galiano, Benguet). Galás (Mabitag, La Laguna). San Emilio (Tayabas, Tayabas). Apasán (Luchán, Tayabas). Napúdut (Rosales, Nueva Écija). Dilain (Norzagaray, Bulacán).—*Sulfhidratadas*. Jigabó (Tiui, Albay).—AGUAS FERRUGINOSAS. *Ferruginosas bicarbonatadas*. Colasi (Daet, Camarines Norte). San José (Libol, San Miguel de Mayumo, Bulacán).—*Ferruginosas sulfatadas*. Tancalao (Tabaco, Albay).—AGUAS CLORURADAS. *Cloruradas sódicas*. Magsingal (Magsingal, Ilocos Sur). Pasacao (Pasacao, Camarines Sur). Aguas Santas [manantial A] (Los Baños, La Laguna). Naglagbong (Tiui, Albay). Comillas (Comillas, Lepanto).—*Cloruradas mixtas*. Pídong (Villavieja, Abra). Abgat (Candón, Ilocos Sur). Bacbac (Villavieja, Abra).—AGUAS SULFATADAS. *Sulfatadas cálcicas*. Cervantes (Cervantes, Lepanto).—*Sulfatadas mixtas*. Sapang-Mainit (Pantabañgán, Nueva Écija).—En cada uno de los que podríamos llamar capítulos de esta memoria, o sea en lo que se refiere al estudio de los diferentes manantiales, dan los autores: 1.º La descripción física y geológica de la localidad. 2.º Los caracteres

físico-químicos del agua. 3.º El resultado inmediato del análisis: 4.º El resultado analítico definitivo, deducido por el cálculo. 5.º La clasificación. Y 6.º Las aplicaciones terapéuticas.

DRASCHE (SR. RICHARD VON).—*Datos para un estudio geológico de la isla de Luzón.*—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 269 a 342, con 13 grabados en el texto y dos láminas (Rocas volcánicas.—Bosquejo geológico del sur de la isla de Luzón, en escala de 1 : 1.666.666).

Sumario: Preliminares.—Situación de las Filipinas.—Hidrografía y orografía general de la isla de Luzón. Bahía de Manila y su circuito.—Viajes por la llanura de Pampaga, ascensión al Arayat y paso por dos veces de la Sierra de Zambales.—Paso de la cordillera central y de Caraballo Sur.—Distrito militar de Benguet.—Distritos militares de Lepanto y Bontoc.—La laguna de Bay y sus orillas. Excursión a la montaña de Balete y San Mateo.—Viajes en las provincias de Tayabas y Camarines Norte.—Viaje a las provincias de Camarines Sur y Albay.

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Noticia del estado en que se hallan los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 71 a 77 y 89.

FRENZEL (M. A.).—*Minerales del Archipiélago de las Indias orientales. Luzón, Camiguín, Negros, Cebú.*—BOLETÍN, VI, 1879, páginas 87 a 90.

KARRER (M. FÉLIX).—*Foraminíferos de las margas terciarias de la isla de Luzón.*—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 257 a 282.—Dos láminas (*Trochammina discoidea*, n. sp.; *Ataxophragmium humilde*, n. sp.; *Clavulina Philippinicae*, n. sp.; *Graudryina Draschei*, n. sp.; *Bigenerina subtilis*, n. sp.; *Quinqueloculina secans*, n. sp.; *Nodusaria pupa*, n. sp.; *N. igranulata*, n. sp.; *N. clava*, n. sp.; *Fronicularia bicostata*, n. sp.; *F. Antonina*, n. sp.; *Cristellaria vaginata*, n. sp.; *C. mucronata*, n. sp.; *C. erinacea*, n. sp.; *C. hastata*, n. sp.; *C. falcata*, n. sp.; *Uvigerina globosa*, n. sp.; *Dimorphina Zitelli*, n. sp.; *Bolivina levigata*, n. sp.; *Globigerina Carteri*, n. sp.; *Pulvinulina Normanni*, n. sp.; *Truncatulina trochoidea*, n. sp.; *Rotalia Broeckiana*, n. sp.; *R. Manilana*, n. sp.).

Alemania.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL) y GÁLVEZ CAÑERO (D. AUGUSTO DE).—*Congreso internacional de Minería y Geología práctica celebrado en Düsseldorf, en 1910.*—BOLETÍN, XXXI, 1910 (publicado en 1911), págs. 189 a 286, con cuatro grabados en el texto.

Sumario: Antecedentes.—Congresos anteriores al de 1910.—Materias tratadas en ellos.—Düsseldorf.—Su importancia.—Progreso de las industrias minera y metalúrgica en Alemania.—El Congreso de Düsseldorf de 1910.—TRABAJOS DE LAS SECCIONES.

Andorra.

THOS Y CODINA (ILMO. SR. D. SILVINO).—*Reconocimiento físico-geológico-minero de los valles de Andorra.*—BOLETÍN, XI, 1884, páginas 183 a 207.

Sumario: Preámbulo.—DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA. Situación y extensión.—*Orografía.*—*Hidrografía.*—Río Ariege. Río Valira. La Ribera de Ondino.—La Ribera de Canillo. Estanques o lagunas.—*Climatología.*—*Población.*—Cuadro de altitudes.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA. *Rocas hipogénicas.* Serie primaria. Elementos constituyentes. Gneis, micacitas, talquitas, filadidos, cuarcitas, grauwackas y calizas.—DESCRIPCIÓN MINERA. Criaderos de hierro. Criaderos de plomo. Minerales utilizables.—Fenómenos sísmicos.—Apéndice. Organización jurídica y política.

—*Nota aclaratoria sobre el croquis geológico de los valles de Andorra.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 253 a 258.—Una lámina (Croquis geológico, en escala de 1 : 200.000).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Hojas III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y IV (primera edición, 1890; segunda edición, 1893).—Edición económica, 1892, hojas núms. 14 y 15.

Canadá.

FÁBREGA (D. PABLO), MARÍN (D. AGUSTÍN) y DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE).—*Congreso geológico internacional del Canadá.*

XII sesión, 1913. *Memoria acerca del mismo.*—BOLETÍN, XXXV, 1914, págs. 13 a 366, con 16 grabados en el texto.—Cuatro láminas (I. Distribución geológica de los minerales del Canadá.—II. Yacimiento niquilífero de Sudbury.—III. Distrito de Cobalt. Mapa de conjunto y distribución de las actas argentíferas.—IV. Reservas mundiales de carbón. Mapa-mundi).

Sumario: PRIMERA PARTE.—Prólogo.—Plan del Congreso. Idea general del Canadá.—Capítulo I. Plan e importancia del Congreso.—II. El Canadá geográfico.—III. Geología y minería canadiense.—IV. Estadística minera.—V. Diferenciación de los magmas ígneos.—VI. Influencia de la profundidad en el carácter de los yacimientos metalíferos.—VII. ¿En qué medida han interrumpido los períodos interglaciales a la época glacial?—SEGUNDA PARTE. Expedición geológica por los principales distritos mineros de Ontario, Sudbury, Cobalt y Porcupine.—Capítulo I. Sudbury.—II. Cobalt.—III. El distrito de Porcupine.—TERCERA PARTE.—Capítulo I. Reservas mundiales de carbón.—II. Europa.—III. Asia.—IV. África.—V. América.—VI. Oceanía.

Francia.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000 (la parte correspondiente del territorio francés que figura en el mapa, o sea los departamentos de *Ariège, Aude, Aveyron, Basses Pyrénées, Bouches-du-Rhône, Gard, Gers, Haute-Garonne, Hautes Pyrénées, Hérault, Landes, Pyrénées Orientales, Tarn y Tarn-et-Garonne*, se ha colorido con arreglo a los datos de la Carta geológica oficial de Francia de 1888).—Hojas III (primera edición, 1891; segunda edición, 1893) y IV (primera edición, 1890; segunda edición, 1894). Edición económica, 1892, hojas núms. 5, 6, 7, 8, 13, 14 y 15.

—*Mapa geológico de España* (1893), en escala de 1 : 1.500.000, reducción del publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000 (1889-1892).

Portugal.

BENTABOL Y URETA (D. HORACIO).—*Las aguas de España y Portugal.*—BOLETÍN, XXV, 1898 (publicado en 1900), págs. 1

a 347, con 23 grabados en el texto.—Una lámina (Mapa endiométrico e ipsométrico de España y Portugal, en escala de 1 : 5.000.000).

CHOFFAT (M. PAUL).—*Investigaciones de petróleo en la Extremadura portuguesa*. Traducción de D. Juan Gavala.—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 215 a 264, con seis grabados en el texto.

HARLÉ (MR. EDUARDO).—*Ensayo de una lista de mamíferos y aves del Cuaternario, conocidos hasta ahora en la Península Ibérica*.—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 135 a 162, con una lámina (Molar y mandíbula de Reno).

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000 (la parte correspondiente al territorio portugués se ha colorido según los datos suministrados por los señores Delgado y Choffat en 1891).—Hojas V (primera edición, 1891); VI (primera edición, 1899; segunda edición, 1894), IX (primera edición, 1891) y XIII (primera edición, 1891).—Edición económica, 1892, hojas núms. 17, 18, 19 (segunda edición, 1894), 25, 26, 33, 34, 41, 42, 49 y 50.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—*Mapa geológico de España* (1893), en escala de 1 : 1.500.000, reducción del publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000 (1889-1892).

Suecia.

ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN y RUBIO (D. CESAR).—*Congreso internacional de Geología, celebrado en Estocolmo en 1910. Memoria acerca del mismo*.—BOLETÍN, XXXI, 1910 (publicado en 1910), págs. 7 a 184, con 14 láminas en el texto (Congreso internacional de Estocolmo).—Bosquejo general geológico de la península Escandinávica, en escala aproximada de 1 : 1.100.000.—Plano geológico de Spitzberg, en escala aproximada de 1 : 2.700.000.—Diagrama de los climas de Escandinavia durante la edad cuaternaria.—Plano geológico de Guellivare, en escala aproximada de 1 : 28.000.—Cortes geológicos de Kiruna y Guellivare.—Esque-

ma de la preparación mecánica en Guellivare.—Mapa geológico de Kiruna, en escala aproximada de 1 : 110.000.—Cargaderos de Narvik.—Mapa geológico de Dannemora, en escala aproximada de 1 : 12.000.—Plano geológico de Norberg, en escala aproximada de 1 : 22.000.—Mapa geológico de Grangerberg, en escala aproximada de 1 : 13.000.—Plano minero de Grangerberg, en escala aproximada de 1 : 3.000 y cortes del criadero.—Mapa geológico de Persberg, en escala aproximada de 1 : 3.500).

Sumario: Generalidades.—*Reseña de la constitución geológica de Suecia*.—Spitzberg.—Tectónica y rocas eruptivas de la Suecia Septentrional.—Las cobijaduras en la región alpina de Sarek.—Fenómenos cuaternarios.—Estudios sobre las turbas, su conexión con las vicisitudes del suelo y del clima de Escandinavia en la edad cuaternaria.—Excursiones durante las sesiones del Congreso.—Las sesiones del Congreso.—Planos, colecciones, Museos y excursiones posteriores a las sesiones.—Minas más importantes de Suecia.—Consideraciones sobre la génesis de los minerales de hierro de Suecia.—Contratas del Estado sueco.—Posición de Suecia en el mercado mundial de hierros.—El problema del hierro.—Reservas parciales y mundiales. Resumen del problema del hierro. Condiciones probables del mercado. Situación de España. Conclusiones.

Indeterminados.

(ANÓNIMO).—*El Excmo. Sr. D. Manuel Fernández de Castro. Relación de sus trabajos geológicos*.—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 1 a 16.

—*El Ilmo. Sr. D. Luis de Adaro y Magro. Biografía*.—MEMORIAS, 1916, págs. 17 a 18.

ADARO (D. LUIS DE).—*Necrología. Jesús Solana*.—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 1 a 23, con ocho grabados en el texto.

BARANDICA Y AMPUERO (D. MANUEL DE).—*Estudio acerca de la intensidad de la gravedad*.—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 101 a 134, con un grabado en el texto y una lámina (Mapa de España, con las estaciones de péndulo, observa-

das por el procedimiento de relativas y anomalías encontradas en el valor de la intensidad de la gravedad).

FERNÁNDEZ DE CASTRO (EXCMO. SR. D. MANUEL).—*Discurso acerca de los fenómenos y materiales que han contribuido a la formación física de la tierra*, leído en el Ateneo de Madrid el día 4 de febrero de 1890.—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), páginas 17 a 69.

HAUSER (D. ENRIQUE).—*Reconocimiento y determinación de los gases combustibles en las aguas minerales*.—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 257 a 294, con ocho grabados en el texto.

ORUETA (D. DOMINGO DE).—*Reproducción microfotográfica de los colores de las rocas por medio de las placas autocromáticas*.—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 117 a 121. Una lámina (Microfotografía en colores de un gneis con zinwaldita).

PUIG Y LARRAZ (D. GABRIEL).—*Nota bibliográfica*.—BOLETINES XXI a XXVI. Años 1894 a 1899.



ÍNDICE POR ORDEN ALFABÉTICO DE AUTORES

DE LAS PUBLICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO

(1873-1919)

ÍNDICE POR ORDEN ALFABÉTICO DE AUTORES

DE LAS PUBLICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO

(1873-1919)



MADRID

—
MCMXIX

ANONIMO:

Erupciones de agua en Hinojosa de San Vicente en Febrero de 1788.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 269 a 271.

—*El Ilmo. Sr. D. Felipe Bauzá y sus trabajos geológicos.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 97 a 114.

—*Minerales de hierro de España.*—BOLETÍN, III, 1876, páginas 369 a 387.

—*Breve idea de la constitución geológica de España.*—BOLETÍN, V, 1878, págs. 145 a 162.

—*Comisión del Mapa geológico de España.—Su origen, vicisitudes y circunstancias actuales.—Noticia y catálogos de los objetos presentados en la Exposición de Minería, celebrada en Madrid el año 1883.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 93 a 154.—Dos láminas (Estado en que se encontraban los estudios del Mapa geológico de España en Marzo de 1873 y en igual fecha de 1883).

—*Trabajos geodésicos y topográficos practicados por la Comisión de estudio de las cuencas carboníferas de Asturias.*—MEMORIAS: 1874.

—*Relación de los terremotos sucedidos en la ciudad de Urgel y pueblos vecinos en el mes de Enero de 1788, y erupciones de agua en Hinojosa de San Vicente en Febrero del mismo año.*—BOLETÍN, II, 1875, págs. 269 a 271.

—*El Excmo. Sr. D. Manuel Fernández de Castro.—Relación de sus trabajos geológicos.*—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 1 a 16.

—*El Excmo. Sr. D. Luis de Adaro y Magno.—Biografía.*—MEMORIAS, 1916, págs. 7 a 16.

ABELLA Y CASARIEGO (D. ENRIQUE):

Datos topográfico-geológicos del Concejo de Teberga, provincia de Oviedo.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 251 a 276.—Lámina G (Plano topográfico y estratigráfico de una parte del Concejo de Teberga, escala de 1 : 400.000, y dos cortes geológicos).

—*Memoria acerca de los criaderos auríferos del segundo distrito del Departamento de Mindanao (Misamis).*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 33 a 62.—Láms. B a F (B. Plano del placer de Pigtao y parte de los de Dumalogdog, Camingauan y Saganahay.—C. Plano del placer de Dominolog o Pinatagan.—D. Bosquejo de las comarcas de Quiliud y Bugsug, con los placeres que contiene.—E. Bosquejo de la comarca donde yacen los criaderos de contacto de Pigholugan.—F. Avance geológico de la parte central del distrito de Misamis).

—*Itinerarios geológicos.—Observaciones tomadas al paso en los viajes hechos a las comarcas auríferas de Misamis (Islas Filipinas).*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 63 a 81.

—*Informe acerca de los terremotos sentidos en Nueva Vizcaya en Julio, Agosto, Septiembre y Octubre de 1881.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 343 a 361.

—*Apuntes físicos y geológicos, tomados en el viaje de Nueva Vizcaya a Manila.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 363 a 369.—Un grabado (corte geológico) en el texto.

—*La isla de Bilirán y sus azufrales.*—BOLETÍN, XI, 1884, páginas 359 a 369.—Lámina G (Bosquejo topográfico. Escala de 1 : 300.000).

—*El monte Maquilin (Filipinas) y sus actuales emanaciones volcánicas.*—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 371 a 394.—Láminas H e I (H. Bosquejo topográfico y geológico del Maquilin y sus alrededores. Escala de 1 : 270.000.—I. El Maquilin: vista desde Santo Tomás).

—*Emanaciones volcánicas subordinadas al Malinao (Filipinas).*—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 395 a 404.—Láminas J, K, L (J. Plano de la falda oriental del Malinao. Escala de 1 : 125.000.—K. Manantiales silíceos de Naglagbong Tiui. Conos blancos.—L. Manantiales silíceo-ferruginosos de Naglagbong. Cono rojo).

—*El Mayón o volcán de Albay (Filipinas).*—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 405 a 423.—Dos grabados en el texto.—Láminas M

y N (M. Plano de la región orográfica del volcán de Albay. Escala de 1 : 200.000.—N. El Mayón o volcán de Albay: vista tomada desde el camino de Albay a Daraga).

—*Rápida descripción física, geológica y minera de la isla de Cebú (Archipiélago filipino).*—BOLETÍN, XIII, 1885, págs. 1 a 189.—Tres grabados en el texto.—Láminas I a VII (I. Curvas del desarrollo de población y movimiento de nacimientos y defunciones.—II. Curvas de presión y temperatura media mensual.—III. Bosquejo geológico de la isla de Cebú. Escala de 1 : 400.000.—IV. Cortes geológicos.—V. Regiones carbonosas del Norte y del Oeste. Escala de 1 : 100.000.—VI. Plano y corte de las labores interiores de las minas de Uling (Naga). Escala de 1 : 4.000.—VII. Plano 1 : 4.000) y cortes (1 : 200) de las labores interiores de la mina Caridad y parte de su superficie (Compostela).

ADAN DE YARZA (D. RAMÓN):

Apuntes geológicos acerca del criadero de hierro de Somorrostro, en la provincia de Vizcaya.—BOLETÍN, IV, 1877, páginas 45 a 61.—Lámina B (Plano geológico del criadero de hierro de Somorrostro. Escala de 1 : 30.000).

—*Examen microscópico de varias muestras de rocas eruptivas, recogidas por D. Luis Mariano Vidal en la isla de Mallorca.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 23 a 28.—Lámina A (Porfiritas de Mallorca).

—*Las rocas eruptivas de Vizcaya.*—BOLETÍN, VI, 1879, páginas 269 a 286.

—*Las minas de Somorrostro, por Eug. Bourson (Extracto de la nota acerca de).*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 287 a 299.

—*Nota sobre las minas de hierro de Bilbao, por M. Baills (Extracto y observaciones acerca de la).*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 301 a 309.

—*Edad de las ofitas.*—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 93 a 96.

—*Rocas hipogénicas de la Isla de Cuba.*—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 71 a 88.—Cuatro láminas (I. Pórfido cuarcífero.—II. Labradorita.—III. Tefrita.—IV. Serpentina).

—*Roca eruptiva de Fortuna (Murcia).*—BOLETÍN, XX, 1893

(publicado en 1895), págs. 349 a 353, con 2 grabados en el texto y una lámina (Fortunita).

—*Nota acerca de los yacimientos cupríferos del norte de la provincia de Palencia.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 105 a 134, con 1 grabado en el texto y una lámina (Plano geológico minero de la parte oriental de la cuenca carbonífera de Guardo (Palencia), en escala de 1 : 50.000).

—*El país vasco en las edades geológicas.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 45 a 63.—Una lámina (Mapa geológico del país vascongado, en escala de 1 : 400.000).

—*Dos palabras referentes a las teorías de las zonas de cobijadura, como prólogo a la traducción de un trabajo del señor Nickle.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 65 a 75, con 3 grabados en el texto.

—*Estudios hidrogeológicos.—Provincia de Madrid. Zona entre Madrid, San Martín de Valdeiglesias y el ferrocarril de Madrid a Alicante.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 297 a 320. Dos láminas (I. Mapa, en escala de 1 : 100.000, de la zona entre Madrid, San Martín de Valdeiglesias y el ferrocarril de Madrid a Alicante.—II. Alturas de lluvia anual).

—*Estado actual de la minería en Murcia. Extracto de un informe.*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), páginas 215 a 221.

—*Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa.*—MEMORIAS, 1884.—Un volumen en 4.º de 175 págs, 12 grabados en el texto y 9 láminas (I. Mapa geológico de la provincia de Guipúzcoa, en escala de 1 : 400.000.—II. Cortes geológicos, en escala de 1 : 100.000.—III, IV, V. Ejemplares de granito.—VI, VII, VIII. Ejemplares de ofita.—IX. Fósiles).

—*Descripción física y geológica de la provincia de Alava.*—MEMORIAS, 1885.—Un volumen en 4.º de 175 páginas, con 22 grabados en el texto y 3 láminas (I. Mapa geológico, en bosquejo, de la provincia de Alava, en escala de 1 : 400.000.—II. Cortes geológicos.—III. Ejemplar de ofita).

—*Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya.*—MEMORIAS, 1892.—Un volumen en 4.º de 192 págs., con 18 grabados en el texto y 8 láminas (I. Mapa geológico, en bosquejo, de la provincia de Vizcaya, en escala de 1 : 400.000.—II, III.

Cortes geológicos.—IV a VII. Diversas secciones de rocas ofíticas.—VIII. Plano de la zona minera más importante de Vizcaya, en escala de 1 : 40.000).

ADAN DE YARZA (D. RAMÓN), ALMERA (D. JAIME), BARROIS (D. CARLOS), BERGUERON (D. J.), BOFILL (D. ARTURO), CALDERON (D. S.), DEPERET (D. CARLOS), DOLLEUS (D. J. F.), STUART-MEN-TEATH y VIDAL (D. LUIS M.):

—*Excursiones verificadas durante la reunión de la Sociedad Geológica de Francia, en Barcelona, en Septiembre y Octubre de 1898.*—BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), páginas 89 a 359, con 47 grabados en el texto.—Dos láminas (I. Cantera de sal en el criadero de Cardona.—II. Pliegues en el criadero de sal (La Salvoja), cerca de Cardona).

ADAN DE YARZA (D. RAMÓN) y RUBIO (D. CÉSAR):

—*Memoria acerca del Congreso internacional de Geología, celebrada en Estocolmo en 1910.*—BOLETÍN, XXXI, 1910 (publicado en 1911), págs. 7 a 184, con 14 láminas en el texto (Congreso internacional de Estocolmo. Itinerario.—Bosquejo general geológico de la Península escandinávica, en escala aproximada de 1 : 1.000.000.—Plano geológico de Spitzberg, en escala aproximada de 1 : 2.700.000.—Diagrama de los climas de Escandinavia durante la edad cuaternaria.—Plano geológico de Gellivare, en escala de 1 : 28.000.—Cortes geológicos de Kiruna y Gellivare.—Esquema de la preparación mecánica en Gellivare.—Mapa geológico de Kiruna, en escala de 1 : 110.000.—Cargaderos de Narvik.—Mapa geológico de Dannemora, en escala aproximada de 1 : 12.000.—Plano geológico de Norberg, en escala de 1 : 12.800.—Plano minero de Grangerberg, en escala de 1 : 2.700, y cortes del criadero de Grangerberg.—Mapa geológico de Persberg, en escala de 1 : 3.500).

ADARO Y MAGRO (D. LUIS DE):

—*Necrología.—Jesús Solana.*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 1 a 23, con 8 grabados en el texto.

—*Cuenca carbonífera de Asturias. Emplazamiento de son-*

deos para investigar la probable prolongación de los senos hulleros por bajo de los terrenos mesozoicos.—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 9 a 79, con 5 grabados en el texto y 3 láminas (I. Corte horizontal estratigráfico de la cuenca carbonífera central de Asturias, en escala de 1 : 300.000.—II. Cortes verticales del plegamiento figurado en la lámina I.—III. Plano topográfico, geológico y minero de la zona comprendida entre Gijón, Siero, Infiesto y Colunga, en escala de 1 : 100.000).

—*Criaderos de hierro de España. Introducción.*—MEMORIAS, 1913, págs. 9 a 94.

—*Criaderos de hierro de Asturias.*—MEMORIAS, 1916, páginas 8 a 610, con 39 grabados en el texto y 12 fotograbados.—Ocho láminas (I. Bosquejo geológico de Asturias, en escala 1 a 400.000, con indicación de los principales yacimientos de hierro.—II. Croquis tectónico de Asturias, en escala de 1 : 800.000.—III. Bosquejo estratigráfico (corte horizontal) de la zona fenífera central de Asturias, en escala de 1 : 128.000.—IV. Plano estratigráfico del criadero del Cabo de Peña, en escala de 1 : 30.000.—Cortes verticales y planos de varios criaderos.—V. Gráfico de producción anual, exportación y beneficio de minerales de hierro de Asturias (1861-1914).—VI. Gráficos de producción por quinquenios de minerales de hierro de España y de las provincias más importantes (1861-1914).—VII. Gráfico de promedios quincenales de producción, exportación y beneficio de minerales de hierro de España.—VIII. Gráfico de producción, por quinquenios, de arrabio, hierro y acero de Asturias, Vizcaya y España).

AGUIRRE Y ZORRILLA (D. RAMÓN):

—*Memoria sobre una meridiana geográfica trazada en Santander.*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 149 a 164, con un grabado en el texto y 2 estados (Observaciones centrales del Sol.—Observaciones de la polar).

—*Notas o adiciones a la Memoria sobre una meridiana geográfica trazada en Santander.*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, páginas 165 a 218, con 20 grabados en el texto.

ALMERA (D. JAIME):

—*Descripción de las rocas del valle de Nuria.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 441 a 443.

—*Catálogo de la flora pliocena de los alrededores de Barcelona.*—BOLETÍN, XXII, 1895 (publicado en 1897), págs. 145 a 171.

—*Historia natural relativa al sitio en que brotan las aguas minero-medicinales de Vallfogona de Riucorp.*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 95 a 99.

(Véase ADÁN DE YARZA.)

ALMERA (D. JAIME) y BOFILL (D. ARTURO):

—*Moluscos fósiles de los terrenos terciarios superiores de Cataluña* (texto en castellano y en latín).—BOLETÍN, XI, 1884, páginas 82 a 157.—Láminas B, C, D, E, F (familia *Cancellariidae*).—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 393 a 440.—Láminas X, XI y XII (familia *Strombidae*).—BOLETÍN, XIX, 1892 (publicado en 1893), págs. 114 a 243.—Láminas I a VIII (familia *Muricidae*).

—*Moluscos fósiles recogidos en los terrenos pliocenos de Cataluña. Descripciones y figuras de las formas nuevas y enumeración de todas las encontradas en dichos yacimientos.*—BOLETÍN, XXIV, 1897 (publicado en 1898), págs. 1 a 223.—Catorce láminas (Moluscos pliocenos).

ALVAREZ ARAVACA (D. MARIANO):

—*Estudios hidrogeológicos. — Provincia de Guadalajara. — Cuenca del Tajo. — Zona suboccidental, que incluye las formaciones geológicas diluvial, aluvial y terciaria.*—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), págs. 227 a 280. (En el BOLETÍN, XXX, 1909, aparece publicado el Mapa correspondiente a este trabajo.)

—*Estudios hidrogeológicos. — Cuenca del Tajo. — Zona de este río, del Alberche y del Tiétar, en la provincia de Toledo.*—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 103 a 127.—Una lámina (Estudios hidrogeológicos.—Zona comprendida entre los ríos Tajo, Alberche, Tiétar y el ferrocarril de Madrid a Cáceres. Plano en escala de 1 : 100.000).

ALVAREZ ARAVACA (D. MARIANO):

Algunos datos hidrogeológicos de la zona que comprende Guadix y Baza (Granada).—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 165 a 174, con un grabado en el texto.

—*Aguas subterráneas de Buñol, en la provincia de Valencia.*—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 219 a 222.

(Véase SÁNCHEZ LOZANO.)

ALVARADO (D. ALFONSO DE):

Nota acerca de un yacimiento de lignito en términos de Arenas del Rey, Játar y Jayena, (Granada).—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 421 a 431, con dos láminas en el texto (I. Cortes geológicos.—II. Plano de las concesiones mineras de la zona lignitífera de Arenas del Rey).

ARANZAZU (D. JUAN MANUEL DE):

Apuntes para una descripción físico-geológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 1 a 47.—Lámina A (Mapa geológico en bosquejo de estas provincias. Escala de 1 : 1.000.000).

AREVALO Y VACA (D. JOSÉ):

Datos geológicos y físicos del Valle de Lanjarón, provincia de Granada.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 251 a 256.

ASENSIO BERDIGUER (D. JOSÉ):

Nota de canteras y pedreras de la provincia de Segovia.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 359 a 361.

BAILLS:

Nota sobre las minas de hierro de Bilbao (traducida y anotada por el Sr. D. Ramón Adán de Yarza).—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 301 a 309.

BARANDICA Y AMPUERO (D. MANUEL DE):

Estudio acerca de la intensidad de la gravedad.—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 101 a 134, con un grabado en el texto y una lámina (Mapa de España, con las estaciones de péndulo, observadas por el procedimiento de relativos, anomalías encontradas en el valor de la intensidad de la gravedad).

BARROIS (DR. CHARLES):

Relación de un viaje geológico por España, leída en la Sociedad Geológica del Norte.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 273 a 382.

—*Nota acerca del sistema devoniano de la provincia de León.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 91 a 95.

—*Formación cretácea de la provincia de Oviedo.*—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 115 a 149.

—*El mármol amigdalóide de los Pirineos.*—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 131 a 155.—Láminas B y C (Fósiles del mármol amigdalóide de los Pirineos).

—*Investigaciones sobre los terrenos antiguos de Asturias y Galicia (Extracto, por D. Justo Egozcue y Cía, de las).*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 177 a 341.—Lámina B (Cortes estratigráficas).

—*Observaciones sobre el terreno siluriano de los alrededores de Barcelona.*—BOLETÍN, XIX, 1892 (publicado en 1893), páginas 245 a 260.

(Véase ADÁN DE YARZA.)

(Véase FOUQUÉ.)

BARROIS (DR. CHARLES) y OFFRET (M. ALBERT):

Constitución de la Sierra Nevada, de las Alpujarras y de la Sierra Almiijara (Informe de la Comisión nombrada por la Academia de Ciencias de París para el estudio de los terremotos de Andalucía).—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 160 a 164.

—*Estructura estratigráfica de la cordillera Bética.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 199 a 202.

—*Petrología de la cordillera Bética.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 381 a 383.

BARROIS (DR. CHARLES) y OFFRET (M. ALBERT):

Las pizarras y gneis anfibólicos y las calizas del sur de Andalucía.—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 385 a 387.

—*Disposición de las brechas calizas de las Alpujarras y su semejanza con las brechas hulleras del Norte de Francia.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 389 a 391.

—*Estudio geológico del sur de Andalucía entre las sierras Tejada y Nevada* (Estudios de la Comisión francesa. Terremotos de Andalucía).—BOLETÍN, XVII, 1890 (publicado en 1891), págs. 243 a 323.—Diez grabados (nueve de cortes geológicos y un plano esquemático de la estructura de la cordillera Bética) en el texto.—Lámina A (Mapa geológico de la región de Andalucía conmovida por el terremoto de 25 de Diciembre de 1884. Escala de 1 : 400.000).—Lámina I (Vista de la sierra Almirajara). Láminas J y K (Secciones de rocas observadas al microscopio).

BAUZA (D. FELIPE):

Breve reseña geológica de la provincia de Gerona.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 169 a 175.

—*Breve reseña geológica de las provincias de Tarragona y Lérida.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 115 a 123.

BAYAN:

Existencia del género Spirophyton en el terreno paleozoico de España.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 271 y siguientes.

BENTABOL Y URETA (D. HORACIO):

Las aguas de España y Portugal.—BOLETÍN, XXV, 1898 (publicado en 1900), págs. 1 a 347, con 23 grabados en el texto. Una lámina (Mapa endiométrico e hipsométrico de España y Portugal, en escala de 1 : 5.000.000).

—*Estudios hidrogeológicos. — Provincia de Madrid. Zona entre Torrelodones, Navas del Rey y Madrid.* — BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 209 a 240.—Tres láminas (I. Mapa en escala de 1 : 100.000 de la zona comprendida entre Torrelodo-

nes, Navas del Rey y Madrid.—II. Perfiles del terreno cuaternario.—III. Perfil y planta de un canal de absorción).

—*Hidrología superficial y subterránea de la provincia de Gerona.*—*Estudio sobre los lagos y manantiales de Bañolas, Espolla y San Miguel de Campmayor.*—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 129 a 208, con nueve grabados en el texto.—Dos láminas (I. Hidrología superficial y subterránea de la provincia de Gerona. Plano en escala de 1 : 50.000.—II. Estudio de los lagos de Bañolas, Espolla y San Miguel de Campmayor. Plano y relieve del terreno, en escala de 1 : 10.000, y dos cortes).

—*Nota sobre la importante intervención de las grandes fallas geológicas en el régimen hidráulico superficial y subterráneo.*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 285 a 287.

—*Informe emitido sobre las probabilidades de encontrar nuevas aguas subterráneas en el término de Adahuesca (Huesca).* BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 259 a 272, con un grabado en el texto.—Una lámina (Plano de los alrededores de Adahuesca).

—*Estudio relativo a las aguas subterráneas del término de Rtudoms, en la provincia de Tarragona.*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 273 a 284, con dos grabados en el texto.

BERGUERON (M. J.):

(Véase ADÁN DE YARZA.)

(Véase FOUQUÉ.)

(Véase MICHEL-LEVY.)

BERTRAND (M. MARCEL) y KILIAN (M. W):

Los terrenos secundarios y terciarios de las provincias de Granada y Málaga (Informe de la Comisión nombrada por la Academia de Ciencias de París para el estudio de los terremotos de Andalucía).—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 156 a 160.

—*Nota acerca de la cuenca terciaria de Granada.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 243 a 246.

—*Nota acerca de los terrenos jurásico y cretáceo de las provincias de Granada y Málaga.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 191 a 193.

BERTRAND (M. MARCEL) y KILIAN (M. W.):

Estudio de los terrenos secundarios y terciarios de las provincias de Granada y Málaga (Comisión francesa. Terremotos de Andalucía).—BOLETÍN, XVIII, 1891 (publicado en 1892), páginas 257 a 447, 52 grabados en el texto.—Láminas A y B (A. Mapa geológico de la región conmovida por el terremoto de 25 de Diciembre de 1884.—B. Bosquejo y cortes geológicos de Sierra Elvira. Escala de 1 : 50.000).

(Véase Fouqué.)

BOFILL (D. ARTURO):

(Véase ADÁN DE YARZA.)

(Véase ALMERÁ.)

BOTELLA (D. FEDÉRICO DE):

Reseña física y geológica de la región SO. de la provincia de Almería.—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 227 a 318.—46 grabados (vistas y cortes geológicos) en el texto.—Lámina C (Mapa geológico e hipsométrico de la región SO. de la provincia de Almería. Escala de 1 : 300.000).

BOURSON (M. EUG.):

Las minas de Somorrostro (Traducción y observaciones del Sr. D. Ramón Adán de Yarza acerca de).—BOLETÍN, VI, 1879, páginas 287 a 299.

BRAVO VILLASANTE (D. FERNANDO):

Criaderos de hierro de la provincia de Murcia.—MEMORIAS, 1913, págs. 127 a 295, 303 a 362, 386 a 440 y 525 a 544, con 25 grabados en el texto y 10 fotograbados.—Ocho láminas (Mapa geológico, en bosquejo, de la región ferrífera de los términos de Lorca, Mazarrón, Cartagena y La Unión, en escala de 1 : 100.000.—Sierra de Cartagena. Cortes geológicos transversales.—Plano topográfico de las concesiones mineras situadas en la zona central de la Sierra de Cartagena, en escala de

1 : 10.000.—Sierra de Cartagena. Plano del grupo de minas del Cabezo de San Ginés. Criadero de hierro manganesífero de las minas "Joaquina" y "Victoria", en escala de 1 : 5.000.—Sierra de Cartagena. Grupo de minas del Cabezo de Ponce. Plano horizontal y un corte, en escala 1 : 50.000.—Minas del Rincón de Morales (Cartagena), costa de Poniente; plano en escala de 1 : 10.000.—Plano del grupo de minas de las Lomas de Parazuelos y La Atalaya (Mazarrón), en escala de 1 : 30.000.—Plano general del grupo de minas de Morata (Lorca), en escala de 1 : 30.000).

BRAVO VILLASANTE (D. FERNANDO) y FERNANDEZ (D. ALFONSO):

Criaderos de hierro de la provincia de Murcia.—MEMORIAS, 1913, págs. 363 a 376, con un grabado en el texto y 3 fotograbados (Sierra de Carrascoy. Vista general de la mina "Cuatro Amigos".—Mina "Cuatro Amigos". Vista parcial de algunos tajos de explotación.—Hornos de calcinación en la mina "Cuatro Amigos"). Una lámina (Grupo de minas de Carrascoy. Término de Fuente Álamo; plano en escala de 1 : 30.000).

BREON:

(Véase Fouqué.)

BUITRAGO (D. JESÚS):

(Véase MALLADA.)

CALDERON (D. SALVADOR):

Nota acerca de las fosforitas recientemente descubiertas en el Mediodía de España.—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 29 a 31.

—*Nota sobre las clasificaciones metódicas de las rocas volcánicas de Canarias*.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 283 a 287.

—*Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del Cabo de Gata e isla de Alborán*.—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 333 a 414. Dos grabados (cortes geológicos) en el texto.—Lámina E (Estudios microscópicos).

CALDERÓN (D. SALVADOR):

—*Catálogo razonado de las rocas eruptivas de la provincia de Ciudad Real.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 165 a 175.

—*Las diabasitas de la provincia de Huelva.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 259 a 262.

—*Edad geológica de los terremotos de Morón de la Frontera.*—BOLETÍN, XVII, 1890 (publicado en 1891), págs. 235 a 239.—Un grabado (corte geológico) en el texto.

—*La región epigénica de Andalucía y el origen de sus ofi-tas.*—BOLETÍN, XVII, 1890 (publicado en 1891), págs. 499 a 526. Cuatro grabados en el texto (Mapa epigénico de Andalucía y cortes geológicos).

—*Estructura del terreno terciario del Guadalquivir en la pro-vincia de Sevilla.*—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), pá-ginas 313 a 318.—Un grabado en el texto (corte geológico).

(Véase ADÁN DE YARZA.)

CALVO (P. D. LEANDRO):

Geología de los alrededores de Albarracín.—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 319 a 348, con 8 grabados en el texto.—Una lámina (Mapa geológico de los alrededores de Al-barracín, en escala de 1 : 400.000).

CAMBORDA (D. FERNANDO):

Noticias acerca de los alrededores de la villa de Cardenete, provincia de Cuenca.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 255-256.

CAMINERO (D. JOSÉ):

Estudios geológicos en la parte meridional de la provincia de Ciudad Real (Extracto hecho por los Sres. D. Francisco Gas-cué y D. Román de Ingunza).—BOLETÍN, I, 1874, págs. 197 a 208.

—*Formación hullera de Puertollano.*—BOLETÍN, III, 1876, pá-ginas 245 a 250.—Un grabado intercalado en el texto (corte N. S. de la cuenca).—Lámina B (Bosquejo geológico-minero del valle de Puertollano. Escala de 1 : 50.000).

CAREZ (M. LOUIS):

Breves indicaciones acerca del sistema cretáceo del Norte de España.—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 343 a 348.

CARBONEL (D. A.):

(Véase MALLADA.)

CASTEL (D. CARLOS):

Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la pro-vincia de Guadalajara.—*Descripción física:* BOLETÍN, VII, 1880, páginas 331 a 395.—*Descripción geológica:* BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 157 a 264.—17 grabados (vistas y cortes geológi-cos) en el texto.—Lámina F (Bosquejo geológico de la provincia de Guadalajara, en escala de 1 : 400.000).—*Descripción agrícola y forestal:* BOLETÍN, IX, 1882, págs. 123 a 214.

CENTENO ((D. JOSÉ):

Descripción geológico-minera de las Islas Filipinas.—BOLE-tín, III, 1876, págs. 181 a 234.—Lámina C (Mapa del Archipié-lago filipino).

—*Informe sobre los temblores de tierra ocurridos en el mes de Julio de 1879 en el distrito de Surigao, isla de Mindanao.*—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 215 a 221.

—*Memoria sobre los temblores de tierra ocurridos en Julio de 1880 en la isla de Luzón.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 1 a 91.—Dos grabados en el texto.—Láminas A a S (A. Iglesias de San Jacinto y Masiqui.—C. Falda meridional del monte Datá (Le-panto).—D. Margen derecha del río Nueva Ecija.—E. Pozo de la destilería de Sapang (Nueva Ecija).—F. Ruinas de la iglesia de Sinilsean (Laguna).—G. Ruinas de la iglesia de Binangonan (Infanta).—H. Puerto Real de Lampón.—I. Laguna de Bom-bón.—J. Fondo del cráter de Taal.—K. Vista interior del cráter de Taal, por el Sur.—L. Vista interior del cráter de Taal, por el Norte.—M. Ruinas de la iglesia de Mauván (Tayabos).—N. Arco del presbiterio de la iglesia de Mauván.—O y P. Obser-vatorio del Ateneo municipal de Manila, bajo la dirección de

los PP. S. J. I.^a Figura trazada por el péndulo del sismómetro horizontal el día 18 de Julio de 1880 a las 0^h 40^m p. m. 2.^a Figuras trazadas por el péndulo del sismómetro horizontal el día 20 de Julio de 1880.—Q. Mapa de la isla de Luzón, en el que se indican las diferentes intensidades de los temblores. Escala de 1 : 1.600.000.—R. Plano de la región comprendida entre Cabiao y Cabanatuan. Escala de 1 : 312.500.—S. Detalles del camino de San Isidro a Jaén).

—*El volcán de Taal (Filipinas)*.—BOLETÍN, XII, 1885, páginas 169 a 208.—12 grabados (vistas y cortes geológicos) en el texto.—Láminas VIII a XI (VIII. Laguna de Taal. Escala de 1 : 500.000.—IX. Isla del volcán de Taal. Escala de 1 : 60.000.—X. Volcán de Taal: interior del cráter desde el borde norte.—XI. Región tobácea del volcán de Taal. Escala de 1 : 600.000).

—*Catálogo de las rocas del volcán de Taal y de los montes próximos a la Laguna de Bombón*.—BOLETÍN, XII, 1885, páginas 219 a 221.

—*Noticia acerca de los manantiales termo-minerales de Bambang y de las salinas del monte Blanco, en la provincia de Nueva Vizcaya (Filipinas)*.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 223 a 236.—Lámina 12 (Plano de la provincia de Nueva Vizcaya. Escala de 1 : 400.000).

CENTENO (D. JOSÉ), ROSARIO (D. ANICETO DEL) y VERA (D. JOSÉ DE):

—*Memoria descriptiva de los manantiales minero-medicinales de la isla de Luzón*.—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 177 a 295.—Cuadro comparativo de las densidades, temperaturas y composición química de las aguas minero-medicinales estudiadas en la isla de Luzón (hoja aparte).

COMISION DE MERIDIANAS

—*Memoria de las operaciones verificadas en Palencia, Barrolo, San Sebastián y Palma de Mallorca*.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 433 a 560.

COMISION DEL MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

—*Mapa geológico de España*, publicado por orden del Minis-

terio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Edición en 16 hojas. (Primera tirada, 1889 y 1892.—Segunda tirada, 1892-1896). Edición económica en 64 hojas, 1892-1918.

—*Mapa geológico de España*, en escala de 1 : 1.500.000; reducción del publicado por orden del Ministerio de Fomento, en escala de 1 : 400.000.—Una hoja, 1894.

—*Breve idea de la constitución geológica de España*.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 145 a 162.

—*Lista detallada de los objetos con que la Comisión del Mapa geológico concurre a la Exposición de Minería*.—BOLETÍN, X, 1883, págs. 110 a 118.

—*Comisión del Mapa geológico de España.—Su origen, vicisitudes y circunstancias actuales*.—BOLETÍN, X, 1883, págs. 93 a 109.

—*Notas a la "Exposición y discusión de los fenómenos que caracterizaron el terremoto del 25 de Diciembre de 1884"* (Primera parte del informe presentado por la Comisión nombrada para su estudio por la Academia de Ciencias de París).—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 353 a 380.

—*Trabajos geodésicos y topográficos practicados por la Comisión de estudio de las cuencas carboníferas de Asturias*.—MEMORIAS, 1874.—Un volumen en 4.^o de 143 págs.—Tres láminas (I. Grabados referentes al texto.—II. Plano de la triangulación de 1.^o y 2.^o orden de la parte central de Asturias, en escala de 1 : 125.000.—III. Plano de la triangulación y detalles topográficos de una parte de la región carbonífera rica del centro de Asturias, en escala de 1 : 50.000).

COELLO (D. CASIMIRO):

—*Sondeo de Valverde (Ciudad Real)*.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 253 a 256.

CORTAZAR (D. DANIEL DE):

—*Cálculo de altitudes por medio de observaciones barométricas*.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 177 a 196.

—*Datos para la geología de la provincia de Cuenca, sacados*

- del *Memorial literario de 1788*.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 255 y 256.
- Datos geológico-mineros de las provincias de Zamora y Orense*.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 291 a 307.
- Reseña física y geológica de la región norte de la provincia de Almería*.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 161 a 234, con diez grabados (cortes y vistas) intercalados en el texto.—Lámina A (Mapa geológico y topográfico de la región norte de la provincia de Almería. Escala de 1 : 300.000).
- Sistema hullero de Puertollano, provincia de Ciudad Real* (Traducción y observaciones a la nota de M. De Reydellet).—BOLETÍN, II, 1875, págs. 351 a 356.
- Fosforita de Bélmez, provincia de Córdoba* (Traducción y observaciones a la nota de M. De Reydellet acerca de la).—BOLETÍN, II, 1875, págs. 357 a 359.
- La geología en la Exposición de Filadelfia*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 389 a 402.
- Expedición geológica por la provincia de Toledo en 1877*.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 139 a 144.
- Expedición geológica por la provincia de Toledo en 1878*.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 321 a 327.—Lámina D (Mapa geológico en bosquejo de la provincia de Toledo. Escala de 1 : 800.000).
- Descripción de un nuevo equinodermo de la isla de Cuba, Encope Ciae*, n. sp.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 227 a 232.—Láminas G y H (*Encope Ciae*).
- Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real*.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 289 a 323.—Seis grabados en el texto. Lámina M (Mapa geológico y topográfico. Escala de 1 : 800.000).
- El hundimiento de Puigcercós en 13 de Enero de 1881*.—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 349 a 355.
- Clasificación y colorido de los mapas geológicos*.—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 319 a 332.—Lám. D (Signos geológicos convencionales).
- Cuenca de Henarejos*.—BOLETÍN, X, 1883, págs. 155 a 163.—Dos grabados (cortes geológicos) en el texto.
- Pozo artesiano de Vitoria*.—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 57 a 70.—Cinco grabados (cortes geológicos) en el texto.
- Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Te-*

- ruel.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 263 a 607.—43 grabados (cortes geológicos) en el texto.—Láms. A y B (A. Mapa geológico, en escala de 1 : 400.000.—B. Perfiles geológicos).
- Colecciones geológicas*.—Catálogo de una colección de rocas entregada a la Facultad de Medicina de Madrid.—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 401 a 491.
- Descripción física y geológica de la provincia de Segovia*.—BOLETÍN, XVII, 1890 (publicado en 1891), págs. 1 a 234. 24 grabados (vistas y cortes geológicos) en el texto.—Dos láminas (Mapa geológico, en escala de 1 : 400.000.—Vista que representa la estructura globosa del granito, a Levante, de la fábrica de loza de Segovia).
- Las hachas de piedra pulimentada en España*.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 221 a 231.—Tres láminas (Hachas de piedra pulimentada).
- Noticia referente a estudios hidrogeológicos en España*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 177 a 206.
- Estudio geológico de una explosión de gases no inflamables dentro de una mina*.—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), págs. 303 a 314.
- Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Cuenca*.—MEMORIAS, 1875.—Un volumen en 4.º, de XVI-406 páginas, con 43 grabados en el texto.—Cuatro láminas (I. Fósiles notables.—II. Vista de la Ciudad Encantada.—III. Perfiles geológicos, en escala de 1 : 400.000.—IV. Mapa geológico de la provincia de Cuenca, en escala de 1 : 400.000).
- Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valladolid*.—MEMORIAS, 1877.—Un volumen en 4.º, de 212 páginas, con 8 grabados en el texto.—Cuatro láminas (I. Fósiles terciarios.—II. Mastodou augustideus.—III. Vista de Simancas y sus cercanías.—IV. Mapa geológico y petrográfico de la provincia de Valladolid, en escala de 1 : 400.000).
- (Véase FERNÁNDEZ DE CASTRO.)
- CORTAZAR (D. DANIEL DE) y PATO (D. MANUEL):
- Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valencia*.—MEMORIAS, 1882.—Un volumen en 4.º de XI-417 páginas, con 29 grabados en el texto.—Dos láminas (I. Perfiles

geológicos.—II. Mapa geográfico y geológico, en bosquejo, de la provincia de Valencia, en escala de 1 : 400.000).

COSSMANN:

Estudio de algunos moluscos eocenos del Pirineo catalán.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 16 y 25.—Cinco láminas (Moluscos eocenos del Pirineo catalán).—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 135 a 151.—Dos láminas (Fósiles, moluscos eocénicos).

COTTEAU (M. G.):

Nota acerca de los equinodermos urgonianos recogidos por M. Barrois en la provincia de Oviedo.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 151 a 158.—Lámina C (Equinodermos cretáceos de Oviedo).

—*Descripción de algunas especies de equínidos numulíticos de la provincia de Gerona.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 285 a 289.—Lámina IX.

—*Descripción de los equinoides fósiles de la Isla de Cuba,* adicionada por D. Justo Egozcue y Cía.—BOLETÍN, XXII, 1895 (publicado en 1897). págs. 1 a 99.—Veintinueve láminas. (Fósiles notables.)

CHOFFAT (M. PAUL):

Investigaciones de petróleo en la Extremadura portuguesa. Traducción de D. Juan Gavala.—BOLETÍN, XXXVII, 1916, páginas 215 a 264, con 6 grabados en el texto.

DOUBREE:

Meteorito de Roda, provincia de Huesca.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 277-278.

DE PERET (D. CARLOS):

(Véase ADÁN DE YARZA.)

DOLLFUS (D. J. F.):

(Véase ADÁN DE YARZA.)

DRASCHE (Dr. RICHARD VON):

Bosquejo geológico de la zona superior de Sierra Nevada.—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 353 a 388.—Dos grabados (cortes geológicos) en el texto.—Lám. K (Mapa en bosquejo de una parte de las alturas de Sierra Nevada. Escala de 1 : 400.000).

—*Datos para un estudio geológico de la isla de Luzón (Filipinas).*—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 269 a 342.—15 grabados (croquis en el texto.—Láminas D y E (D. Rocas volcánicas de Filipinas.—E. Bosquejo geológico de la isla de Luzón. Escala de 1 : 1.666.666).

DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE):

(Véase FÁBREGA.)

(Véase MALLADA.)

(Véase O'SHEA.)

DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE) y FERNANDEZ MAQUIEIRA (D. CARLOS):

Los yacimientos de carbonato de magnesia en España.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 253 a 295, con 5 láminas en el texto. (Criaderos de giobertita en Almería.—Cortes geológicos por Agua Dulce y por las canteras de Pedro Colorado.—Idem por el Barranco de Alquivira (Benahadux) y criadero de las dolomías triásicas.—Criadero en las pizarras triásicas y corte por la mina "Papa".—Mina "La Papa". Criadero en las dolomías y criadero del contacto de pizarras y calizas.—Yacimientos magnesianos de Reinosa. Cortes geológicos.)

DUPUY DE LOME Y FERNANDEZ DE CALEYA (D. CARLOS):

Nota acerca de un yacimiento de mamíferos fósiles en el rincón de Ademuz (Valencia).—BOLETÍN, XXXIX, 1918, pági-

nas 297 a 335, con un grabado en el texto.—6 láminas. (Mamíferos de Mas del Olmo.)

DUPUY DE LOME Y MILANS DEL BOSCH (D. JAVIER):

Los terrenos secundarios del Estrecho de Gibraltar.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 561 a 570.—Dos láminas (cortes geológicos).

—*Estudios relativos a la geología de Marruecos.*—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 15 a 170, con 8 grabados y 21 fotografías en el texto.—Siete láminas (I. Mapa minero de la zona de influencia española en Marruecos.—II. Plano geológico de la zona de Ceuta, en escala de 1 : 40.000.—III. Cortes geológicos de la zona de Ceuta.—IV. Plano geológico de la zona de Tetuán, en escala de 1 : 100.000.—V. Cortes geológicos de la zona de Tetuán.—VI. Croquis geológico de Tetuán y sus alrededores, en escala de 1 : 20.000.—VII. Bosquejo geológico de la zona atlántica del protectorado español, en escala de 1 : 100.000).

DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE) y NOVO CHICHARRRO (D. PEDRO):

Estudios hidrogeológicos en las provincias de Alicante y Murcia.—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 375 a 437.—Cuatro láminas (I-II. Cortes geológicos.—III.—Mapa geológico del término municipal de Lorca (Murcia), en escala de 1 : 200.000.—IV. Mapa geológico del término municipal de Cieza (Murcia), en escala de 1 : 200.000).

GOZCUE Y CIA (D. JUSTO):

Nota acerca de la constitución geológica del suelo de Arredillo, y explicación de un accidente que se supuso volcánico.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 241 a 268.

—*Memoria acerca de las minas y fábricas de Almadén, por el ingeniero M. H. Kuss (Traducción y observaciones a la).*—BOLETÍN, V, 1878, págs. 329 a 341.

—*Catálogo de los fósiles presentados (por la Comisión del*

Mapa geológico de España en la Exposición de Minería celebrada en Madrid en 1883.—BOLETÍN, X, 1883, págs. 119 a 154.

—*Investigaciones sobre los terrenos antiguos de Asturias y Galicia, por Charles Barrois (Extracto de las).*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 177 a 341.—Lám. B (Cortes estratigráficos).

—*Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres.*—MEMORIAS: 1876.—Un volumen en 4.º de 368 págs., 5 láminas (I. Bosquejo geológico de la provincia de Cáceres, en escala de 1 : 400.000.—II. Plano topográfico-geológico de la zona donde radican las principales investigaciones de fosfato de cal, entre Zarza la Mayor y Ceclavín, con un corte geológico, en escala de 1 : 20.000.—III. Plano topográfico-geológico de la zona donde radican los yacimientos de fosforita, en Logrosán, en escala de 1 : 20.000.—IV. Plano topográfico-geológico de la zona donde radican las principales investigaciones de fosforita, en las inmediaciones de Cáceres, en escala de 1 : 20.000.—V. Cortes geológicos y de filones).

ENGLISH (D. GUILLERMO):

Un sondeo en Linares (Jaén).—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 245 a 252.

FABREGA (D. PABLO), MARIN (D. AGUSTÍN) y DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE):

Congreso geológico internacional del Canadá.—XII.ª sesión, 1913. Memoria acerca del mismo.—BOLETÍN, XXXV, 1914, páginas 13 a 366, con 16 grabados en el texto. Cuatro láminas. (I. Distribución geológica de los minerales del Canadá.—II. Yacimiento niquelífero de Ludbury.—III. Distrito de Cobalt. Mapa de conjunto y distribución de las vetas argentíferas.—IV. Reservas mundiales de carbón. Mapamundi).

FERNANDEZ DE CASTRO (D. MANUEL):

Notas para un estudio bibliográfico sobre los orígenes y estado actual del Mapa geológico de España.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 17 a 152; 309 a 320.

FERNANDEZ DE CASTRO (D. MANUEL):

Noticia del estado de los trabajos del Mapa geológico de España en 1.º de Julio de 1874.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 60 a 62 y 89.

—*El Ilmo. Sr. D. Felipe Bauzá y sus trabajos geológicos.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 97 a 114.—Una lámina (Retrato de D. Felipe Bauzá).

—*Pruebas paleontológicas de que la isla de Cuba ha estado unida al continente americano, y breve idea de su constitución geológica.*—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 357 a 372.—BOLETÍN, XI, 1882.—Lámina G (Croquis geológico de la isla de Cuba. Escala de 1 : 2.000.000).

—*Comisión del Mapa geológico de España.—Su origen, vicisitudes y circunstancias actuales.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 93 a 110.—Láminas T y U (Estado en que se encontraban los estudios del Mapa geológico de España en Marzo de 1873 y en igual fecha de 1883).

—*Estado de los trabajos de la Comisión del Mapa geológico de España al terminar el año 1887.*—BOLETÍN, XIV, 1887, páginas 209 a 216.

—*Discurso acerca de los fenómenos y materiales que han contribuido a la formación física de la Tierra,* leído en el Ateneo de Madrid el día 4 de Febrero de 1890.—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 17 a 69.

FERNANDEZ DE CASTRO (D. MANUEL), LASALA (D. JUAN PABLO), CORTAZAR (D. DANIEL DE) y GONZALO TARIN (D. JOAQUÍN):

Comisión para el estudio de los terremotos de Andalucía.—Informe dando cuenta de los trabajos en 7 de Marzo de 1885.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 1 a 108.—Dos láminas. (1.ª Hundimiento del cortijo de Guaro.—2.ª Calle Real y boquete de las Ventas de Zafarraya).

FERNANDEZ DE CALEYA (D. CARLOS):

(Véase DUPUY DE LOME.)

FERNANDEZ Y M. VALDES (D. ALFONSO):

(Véase BRAVO-VILLASANTE.)

FERNANDEZ IRUEGAS (D. PABLO):

(Véase VALLE.)

FERNANDEZ MAQUIEIRA (D. CARLOS):

(Véase DUPUY DE LOME.)

FERNANDEZ VILLAR (P. FR. CELESTINO):

Catálogo de muchas de las plantas que habitan en la pequeña isla del volcán de Taal, sita en el centro de la Laguna de Bombón, isla de Luzón, recogidas en los años 1877 a 1879.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 209 a 218.

FLICHE (M. P.):

Nota sobre algunos vegetales terciarios de Cataluña.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 153 a 166, con dos grabados en el texto y una lámina (Algunos vegetales terciarios).

FOUQUE (M. F.):

Física del globo (Informe de la Comisión nombrada por la Academia de Ciencias de París para el estudio de los terrenos de Andalucía).—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 141 a 153.

—*Estudios relativos al terremoto ocurrido en Andalucía el 26 de Diciembre de 1884 y a la constitución geológica del suelo conmovido por las sacudidas, efectuados por la Comisión destinada al objeto por la Academia de Ciencias de París.*—Introducción.—BOLETÍN, XVI, 1888, págs. 305 a 308.

FOUQUE (M. F.) y MICHEL-LEVY (M.)

Experimentos acerca de la velocidad de propagación de las sacudidas en diferentes terrenos (Estudios de la Comisión francesa).—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 381 a

399.—Cuatro grabados en el texto.—Láminas C y D (C. Aparato registrador de los sacudimientos transmitidos por el suelo.—D. Representación de los resultados obtenidos con el aparato registrador en diversos experimentos).

FOUQUE (M. F.), MICHEL-LEVY (BERTRAND, BARRUIS, OFFRET, KILIAN, BERGUERON y BREON (M. M.):

Exposición y discusión de los fenómenos que caracterizaron el terremoto del 25 de Diciembre de 1884.—BOLETÍN, XVI, 1889 (publicado en 1890), págs. 309 a 351.—Tres figuras en el texto.—Lámina B (Porción del suelo de Andalucía conmovida por el terremoto de 25 de Diciembre de 1884, según los trabajos de la Comisión francesa destinada a estudiarlo. Escala de 1 : 400.000).

FRENZEL (A.):

Minerales del archipiélago de las Indias orientales.—Filipinas.—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 87 a 90.

GARCIA (D. MANUEL):

Algunos filones estanníferos de la provincia de Salamanca.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 91 a 95.

GARCIA ARAUS (D. FRANCISCO):

Datos geológico-mineros de la provincia de Jaén.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 274 a 282.

GARCÍA DEL CASTILLO (D. JUAN):

Nota geológica referente a la isla de Tenerife.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 57 a 66.

GARCIA DEL CASTILLO (D. FRANCISCO) y RUBIO (D. CÉSAR):

Estudios hidrogeológicos.—Provincia de Madrid.—Zona entre el ferrocarril del Norte y el de Madrid a Zaragoza.—BOLE-

TÍN, XXVIII, 1906, págs. 241 a 264.—Una lámina (Mapa en escala 1 a 100.000 de la zona entre el ferrocarril del Norte y el de Madrid a Zaragoza).

GALVEZ CANERO (D. AUGUSTO DE):

Nota acerca de las cavernas de Vizcaya.—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 151 a 198, con 14 grabados en el texto.—Siete láminas (Cueva de San Lorenzo, en Mañarías. Planta en escala de 1 : 500.—Id. corte vertical.—Cuevas de San Maitón y de Balzola.—Pórtico de entrada de la cueva de Balzola.—Vista del interior de la cueva de Balzola.—Algunos de los sílex tallados encontrados en la cueva de Balzola).

Criaderos de hierro de la provincia de Murcia.—MEMORIAS, 1913, págs. 296 a 302 y 377 a 381, con dos fotograbados en el texto.—Dos láminas (Plano del grupo de minas de Perín, en escala de 1 : 20.000.—Plano de las minas del Cabero Gordo, en escala de 1 : 20.000).

(Véase SÁNCHEZ LOZANO.)

GASCUE (D. FRANCISCO):

Observaciones sobre una parte del trias de la provincia de Santander.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 377 a 389.—Lámina D (Bosquejo geológico de una parte del trias de la provincia de Santander, escala de 1 : 100.000, y dos cortes).

—*Nota acerca del grupo numulítico de San Vicente de la Barquera, en la provincia de Santander.*—BOLETÍN, IV, 1877, páginas 63 a 88.—Lámina C (Plano geológico en escala de 1 : 100.000, y cortes).

—*Los trabajos mineros romanos de Arditurri (Oyarzun).*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 217 a 229.

—*La situación de la antigua Oiasso.*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 231 a 237.

GASCUE (D. FRANCISCO) e INGUNZA (D. ROMÁN DE):

Algunas modificaciones que, según los estudios geológicos hechos por el Ingeniero Jefe D. José Caminero en la provincia de

Ciudad Real; deben introducirse en los datos publicados sobre dicha comarca.—BOLETÍN, I, págs. 197 a 203.

—*Rocas de la provincia de Ciudad Real remitidas por el señor D. José Caminero (Catálogo y clasificación de las).*—BOLETÍN, I, págs. 204 a 208.

GARIN Y MODET (D. JUAN):

Nota acerca de algunas exploraciones practicadas en las cavernas de la cuenca del río Iruega, provincia de Logroño.—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 123 a 150, con 26 grabados en el texto.—Cuatro láminas (I. Planta y corte vertical de la cueva de la Viña, en escala 1 : 200.—II. Cortes verticales y plantas, en croquis, de la cueva del Tajón.—III. Corte y planta, en croquis, de la cueva superior de la Peña de la Miel.—IV. Croquis, en planta, de la Cueva Lóbrega).

GAVALA (D. JUAN):

Regiones petrolíferas de Andalucía.—BOLETÍN, XXXVII 1916, págs. 29 a 211, con 13 fotograbados en el texto.—Tres láminas (I. Regiones petrolíferas de Andalucía (Villamartín-Lebrija), plano en escala de 1 : 100.000.—II. Conil-Barbate, plano en escala de 1 : 100.000.—III. Cortes geológicos).

—*Yacimientos de petróleo en Huidobro (Burgos).*—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 267 a 273.—Dos láminas (I. Plano geológico en escala de 1 : 25.000.—II. Cortes geológicos).

—*Descripción geográfica y geológica de la Serranía de Grazalema, en la provincia de Cádiz.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, páginas 1 a 143, con 16 grabados y 12 fotograbados en el texto.—Ocho láminas (Grazalema. Vista de la Sierra del Pinar.—Vista de la Sierra del Endrinar (jurásico) y los orígenes del Guadalete.—Ubrique. Vista de las Sierras del Caíllo y de Ubrique y la manga de Villaluenga (jurásico).—Benaocar. Vista de El Circo de Benaocar (oligoceno), entre las Sierras del Endrinar y del Caíllo, la manga de Villaluenga y la Sierra de Ubrique (jurásico).—Villaluenga del Rosario. Vista de la Sierra del Caíllo.—Mapa topográfico de la Serranía de Grazalema, en escala de

1 : 50.000.—Mapa geológico de ídem, en escala de 1 : 50.000.—Cortes geológicos).

(Véase RUBIO, D. JOSÉ MARÍA.)

GIL Y MAESTRE (D. AMALIO):

Datos geológico-mineros sobre algunos grupos de minas del distrito de Madrid.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 283 a 288.

—*Depósitos de huesos de Castilla la Vieja, y principalmente en la parte llamada Tierra de Campos.*—BOLETÍN, II, 1875, páginas 361 a 368.—Lámina C (Mapa de la zona de Castilla en que se han encontrado depósitos de huesos. Escala de 1 : 2.000.000).

—*Descripción física, geológica y minera de la provincia de Salamanca.*—MEMORIAS, 1880.—Un volumen en 4.º de xv-299 páginas.—Dos láminas (I. Mapa geológico, en bosquejo, de la provincia de Salamanca, en escala de 1 : 400.000.—II. Cortes geológicos).

GOMBAU (D. ISIDRO):

Reseña físico-geológica de la provincia de Tarragona.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 181 a 250. Lámina F (Bosquejo geológico de la provincia de Tarragona por el ingeniero de Minas don Agustín Martínez Alcibar, en escala de 1 : 600.000).

GONZALEZ LASALA (D. JOSÉ):

Areniscas bituminosas o petrolíferas del Puerto del Escudo en los confines de las provincias de Santander y Burgos.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 235 a 241.

GONZALO Y TARIN (D. JOAQUÍN):

Reseña geológica de la provincia de Huelva.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 1 a 138.—Lámina A (Mapa geológico y topográfico, en bosquejo, de la provincia de Huelva, en escala de 1 : 600.000). Lámina B (Mapa geológico de la zona central minera de la provincia de Huelva, en escala de 1 : 200.000).



GONZALO Y TARIN (D. JOAQUIN):

—*Nota acerca de la existencia de la tercera fauna siluriana en la provincia de Huelva.*—BOLETÍN, V, 1878, págs. 311 a 313.

—*Reseña físico-geológica de la provincia de Badajoz.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 389 a 412.—Lámina L (Mapa en bosquejo de la provincia de Badajoz, en escala de 1 : 800.000).

—*Reseña física y geológica de la provincia de Granada.*—BOLETÍN, VIII, 1881, págs. 1 a 131.—33 grabados (vistas y cortes geológicos) en el texto.—Lámina A (Bosquejo geológico. Escala de 1 : 800.000).

—*Edad geológica de las calizas metalíferas de la Sierra de Gádor, en la provincia de Almería.*—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 97, a III.

—*Dos palabras acerca de la geología de Huelva.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 609 a 616.

—*Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva.*—MEMORIAS, 1886-1887-1888. — PRIMERA PARTE, 1886. Descripción física. Un volumen en 4.º de 274 páginas, con 3 cuadros gráficos y 2 grabados en el texto. Una lámina (Mapa geográfico de la provincia de Huelva, en escala de 1 : 400.000).—SEGUNDA PARTE, 1887. Descripción geológica: Estratigrafía. Un volumen en 4.º de 400 páginas, con 49 grabados en el texto y un mapa. Seis láminas (I. Mapa geológico y topográfico de la provincia de Huelva, en escala de 1 : 400.000.—II. Cortes geológicos.—III a VI. Fósiles notables).—TERCERA PARTE, 1888. Descripción minera. Un volumen en 4.º de 660 páginas. 41 láminas (I a VII. Herramientas y útiles prehistóricos.—VIII a XL. Planos y cortes de diversos criaderos.—XLI. Mapa geológico de la zona central minera de la provincia de Huelva, en escala de 1 : 200.000).

(Véase FERNÁNDEZ DE CASTRO.)

GOURDON (M. MAURICE):

—*Nota acerca del yacimiento de pistomesita descubierto a las inmediaciones de la Murria en Mayo de 1888.*—BOLETÍN, XV, 1888, págs. 249-250.

GUILLEMIN TARAYRE (M.):

—*Constitución mineralógica de Sierra Nevada.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 165 a 168.

HARLE (MR. EDOUARD):

—*Ensayo de una lista de mamíferos y aves del cuaternario conocidos hasta ahora en la Península Ibérica.*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 135 a 162.—Una lámina (Molar y mandíbula de reno).

HAUSER (D. ENRIQUE):

—*Reconocimiento y determinación de los gases combustibles en las aguas minerales.*—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 257 a 294, con 8 grabados en el texto.

HERMITE (M. HENRI):

—*Nota acerca de la posición que ocupan en la isla de Mallorca las Terebratula diphya y T. janitor.*—BOLETÍN, VII, 1880, páginas 159-160.

—*Estudios geológicos de las Islas Baleares (Mallorca y Menorca).*—BOLETÍN, XV, 1888 (publicada en 1889), págs. 1 a 243. 66 grabados (cortes geológicos) en el texto.—Láminas A a D (A. Bosquejo geológico de las Islas Baleares, por los Sres. Hermite, Vidal y Molina; escala de 1 : 400.000.—B. Cortes geológicos.—C y D. Fósiles).

HERNANDEZ SAMPÉLAYO (D. PRIMITIVO):

—*Estudio geológico de la costa de la provincia de Lugo.*—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 81 a 178, con 50 grabados en el texto.—Cuatro láminas (Vistas de la ría de Vivero y de la ría de Ribadeo.—Plano de la ría de Ribadeo.—Plano de la ría de Vivero.—Carta de la provincia de Lugo, reducido del mapa de Galicia, en escala de 1 : 200.000).

—*Nota sobre la fauna paleozoica de la provincia de Lugo.*—BOLETÍN, XXXVI, págs. 277 a 303, con dos grabados en

el texto.—Nueve láminas (I. Mineral oolítico cloritoso-carbonatado con campo de giroanella.—II. III. Ejemplares de cruciana.—IV. V. Campos de giroanella y afines.—VI. Diferentes tipos de giroanellas.—VII. Giroanella filosa y laminacites.—VIII. Cilindates.—IX. Esquema modificativo de las manchas paleozoicas de la provincia de Lugo).

—Nota adicional al "Estudio de la demudación de la costa en la provincia de Lugo".—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 304 y 305.

—Algunos yacimientos prehistóricos de la provincia de Lugo y Madrid.—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 281 a 292, con cinco grabados en el texto.

—Criaderos de hierro en los Oscos (Asturias).—MEMORIAS, 1916, págs. 611 a 619, con dos grabados en el texto.

—Criaderos de hierro de la zona de Luarca (Asturias).—MEMORIAS, 1916, págs. 621 a 668, con 11 grabados en el texto y cuatro fotograbados.—Dos láminas (I. Zona ferrífera de Luarca. Plano en escala de 1 : 127.500.—II. Plano de las minas de hierro de Luarca, en escala de 1 : 10.000).

HERNANDEZ (D. ANTONIO):

Minerales de hierro en España.—BOLETÍN, III, 1876, páginas 369 a 387.

HERRERA (D. ALBERTO):

Datos geológico-mineros de la provincia de Jaén.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 173 a 179.

INGUNZA (D. ROMÁN DE):

Algunas indicaciones sobre la extraña naturaleza de los coprolitos de Terres, en la provincia de Zaragoza.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 257 a 265.—Lámina 9.

(Véase GASCUE.)

JUNQUERA (D. GUMERSINDO):

Criaderos de hierro de Asturias.—Prólogo.—MEMORIAS, 1916, págs. una a cinco.

KARRER (SR. FÉLIX):

Foraminíferos de las margas terciarias de la isla de Luzón (Filipinas).—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 257 a 282.—Láminas E y F.

KILIAN (M. W.):

Posición de algunas rocas ofíticas en el norte de la provincia de Granada.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 237 a 241.—Dos grabados (cortes geológicos) en el texto.

—El yacimiento titónico de la fuente de los Frailes, cerca de Cabra (Córdoba).—BOLETÍN, XVIII, 1891 (publicado en 1892), págs. 449 a 466.—Ocho grabados en el texto.

—Estudio paleontológico acerca de los terrenos secundarios y terciarios de Andalucía (Memoria de la Comisión francesa acerca de los terremotos de Andalucía).—BOLETÍN, XIX, 1892 (publicado en 1893), págs. 263 a 386.—Tres grabados en el texto.—Catorce láminas de fósiles.

(Véase BERTRAND.)

(Véase FOUQUÉ.)

KINDELAN (D. ALFREDO):

(Véase RUBIO (D. César.)

KINDELAN (D. VICENTE):

Criaderos de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel.—MEMORIAS, 1818, págs. 1 a 176, con ocho grabados en el texto, 19 fotograbados y cinco microfotografías en color.—Seis láminas (I. Mapa de los distritos feríferos, en escala de 1 : 800.000.—II. Mapa geológico de la zona de hierros de los términos de Hombrales, El Pobo, Setiles, Tordesilos y Ojos Negros, en escala de 1 : 50.000.—III. y IV. Cortes geológicos.—V. Yacimiento de hierro de Sierra Menera. Plano parcial de las concesiones mineras y de los yacimientos de Ojos Negros, Setiles y Tordesilos, en escala de 1 : 25.000.—VI. Bosquejo geológico de la zona de hierros del término de Almojaja (Teruel), en escala de 1 : 20.000).

—El cretáceo y el eoceno en Guipúzcoa.—BOLETÍN, XL, 1919,

con 21 fotograbados. (Vista panorámica desde el islote de Guetaria a la cantera de Campalla.—Disposición de las capas de margas y margas en la carretera de Guetaria a Zumaya.—Capas de caliza arcillosa rojiza a la entrada de Zumaya.—Areniscas con grietas de contracción debidas al sol.—Fósiles.)—Una lámina (cretáceo y eoceno de Guipúzcoa; plano en escala de 1 : 20.000. Dos cortes geológicos).

Sumario: Introducción. Bibliografía.—*Infracretáceo*. Facies detritica. Idem coralina.—*Cretáceo*.—*Eoceno marino*.

KUSS (M. H.):

Memoria acerca de las minas y fábricas de Almadén.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 329 a 341.—Un grabado (corte geológico) en el texto.

LARRAZET (M.):

Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos.—BOLETÍN, XXII, 1895 (publicado en 1897), páginas 121 a 143, con cinco grabados en el texto.—Dos láminas (Potamides aquitánicos).

LASALA (D. JUAN PABLO):

(Véase FERNÁNDEZ DE CASTRO.)

LEYMERIE:

Nota acerca del garumnense español.—BOLETÍN, III, 1876, páginas 347 a 352.

LOPEZ DE QUINTANA (D. DIEGO):

Consideraciones acerca de la Nota del ingeniero de Minas D. Amalio Gil y Maestre sobre los depósitos de huesos encontrados en Castilla.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 369 a 375.

LLORENTE (D. TOMÁS):

Datos referentes a diversas cavernas de la provincia de Segovia y particularmente de la conocida con el nombre de Cueva

de la Solana de la Angostura.—BOLETÍN, XXV, 1898 (publicado en 1900), págs. 349 a 375, con un grabado en el texto.—Dos láminas (Estaciones prehistóricas de Encinas, Segovia).

MAC-PHERSON (D. JOSÉ):

Estudio geológico y petrográfico del norte de la provincia de Sevilla.—BOLETÍN, VI, págs. 97 a 268.—Doce grabados (cinco detalles de rocas y siete cortes geológicos) en el texto.—Láminas G, H, I (G. Croquis geológico del norte de la provincia de Sevilla. Escala de 1 : 500.000.—H, I. Rocas cristalinas).

MADRID-DAVILA (D. FRANCISCO):

Pozo artesiano de la plaza de la Victoria, en Málaga.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 133 a 136.

—*Isla de Alborán. Datos físico-geológicos*.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 177 a 179.

MASETRE (D. AMALIO):

Reseña geológica de las Provincias Vascongadas.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 283 a 327.—Lámina D (Mapa geológico en bosquejo de las Provincias Vascongadas; escala de 1 : 500.000).

MALLADA (D. LUCAS):

Síntesis de las especies fósiles que se han encontrado en España. Introducción.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 1 a 12.—Sistema siluriano, págs. 13 a 40.—Láminas 1 a 7.—Sistema devoniano, páginas 13 a 40.—Láminas 1, BOLETÍN II, 2 (III), 3 (III), 4 (II), 5 (II), 6 (II), 7 (II), 8 (II), 9 (III), 10 (III), 11 (IV), 12 (IV), 13 (II), 14 (II), 15 (III), 16 (III), 17 (IV), 18 (III) y 19 (III).—Sistema carbonífero, págs. 91 a 160.—Láminas 1, BOLETÍN II, 2 (II), 3 (II), 4 (III), 5 (III), 6 (II), 7 (II), 8 (II), 9 (II), 10 (II), 11 (II), 12 (III), 13 (III), 14 (III), 15 (III), 16 (III), 17 (III), 18 (III), 19 (III), 20 (III), 21 (III), 22 (IV), 23 (IV), 24 (IV), 25 (IV), 26 (IV), 27 (IV), 28 (III), 29 (IV), 30 (IV), 32 (III), 33 (III), 34 (IV), 35 (IV), 36 (IV), 37 (IV) y 38 (IV).—Índice alfabético de los géneros y especies

de los sistemas *siluriano, devoniano y carbonífero*. BOLETÍN XII, 1885, págs. 649 a 657.—Sistema *triásico*. BOLETÍN VII, 1880, páginas 241 a 256.—Láminas 1, 2 y 3.—Sistema *jurásico*. BOLETÍN XI, 1884, págs. 209 a 358.—Láminas 1, BOLETÍN VIII, 2 (VIII), 3 (V), 4 (V), 5 (V), 6 (V), 7 (V), 8 (VIII), 9 (VIII), 10 (VIII), 11 (V), 12 (XI), 13 (IX), 14 (VIII), 15 (IX), 16 (V), 17 (V), 18 (VIII), 19 (VIII), 20 (V), 21 (VI), 22 (V), 23 (VI), 24 (VIII), 25 (VIII), 26 (VIII), 27 (XI), 28 (VII), 28 A (VII), 28 B (VII), 28 C (VII), 28 D (VII), 28 E (VII), 28 F (VII), 29 (VII), 29 A (VII), 29 B (VII), 30 (VIII), 30 A (VIII), 30 B (VIII), 30 C (X), 31 (VI), 32 (VI), 33 (X), 34 (VI), 35 (V), 36 (VI), 37 (V), 38 (VIII), 39 (VII), 40 (VII), 41 (VI), 42 (VI), 43 (XI), 44 (XII), 45 (VII), 46 (IX) y 47 (IX).—Índice alfabético de los géneros y especies de los sistemas *triásico y jurásico*. BOLETÍN XII, 1885, págs. 661 a 670.—Sistema *cretáceo inferior*. BOLETÍN XIV, 1887, págs. 1 a 171.—Láminas 1 BOLETÍN XII, 2 (XII), 3 (IX), 4 (IX), 4 A (XIII), 5 (IX), 6 (IX), 7 (IX), 8 (IX), 9 (IX), 10 (IX), 11 (IX), 12 (IX), 13 (XIV), 14 (XII), 15 (XV), 16 (XIII), 16 A (XIII), 17 (XIII), 17 A (XII), 18 (XIV), 19 (XIII), 20 (XIII), 21 (XI), 22 (XI), 23 (XIII), 24 (XI), 25 (XIII), 26 (XIII), 27 (XV), 27 A (XV), 28 (XV), 29 (XIII), 30 (XV), 30 A (XIV), 30 B (XIV), 30 C (XV), 30 D (XV), 31 (XII), 31 A (XIII), 31 B (XIII), 32 (XII), 32 A (XIII), 32 B (XV), 32 C (XIII), 32 D (XV), 33 (XII), 33 A (XIV), 33 B (XIV), 33 C (XIV), 33 D (XV), 33 E (XIV), 34 (XIV), 35 (XIV), 36 (XV), 36 A (XV), 37 (XIV), 38 (XIV), 38 A (XIV), 38 B (XIV), 38 C (XIV), 38 D (XIV), 39 (XV), 40 (XIV), 41 (XI), 42 (XI), 43 (XI), 44 (XI), 45 (XIV), 46 (XIV), 47 (XIV), 48 (XIV), 49 (XV), 50 (XV), 51 (XV), 52 (XVI), 53 (XVI), 54 (XVI), 55 (XVI), 57 (XVI), 58 (XVI), 59 (XVI), 60 (XVI), 61 (XVI), 62 (XIV), 63 (XVI) y 64 (XVI). Índice alfabético de los géneros y especies del *cretáceo inferior*. BOLETÍN XIV, 1887, 13 páginas tiradas aparte y colocadas entre las páginas 15 y 1.^a del tomo.—Sistema *cretáceo superior* (no se ha publicado texto).—Láminas 7, BOLETÍN XVII, 8 (XVII), 9 (XVII), 10 (XVII), 11 (XVII), 12 (XVII), 36 (XVIII), 37 (XVIII), 38 (XVIII), 39 (XVIII), 40 (XVIII), 41 (XVIII), 42 (XVIII) y 43 (XVIII).—Sistema *numulítico*

(no se ha publicado texto).—Láminas 6, BOLETÍN X, 7 (X), 7 A (X), 8 (X), 9 (X), 10 (IX), 11 (X), 12 (X), 21 (XI), 23 (XI), 24 (XI), 28 (XI), 29 (XII) y 30 (XII).

—*Nota sobre la geología de la cuenca de Bélmez*, por M. Parran (traducción de la).—BOLETÍN, III, 1876, págs. 169 a 175.

—*Reconocimiento geológico de la provincia de Córdoba*.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 1 a 55.—Lámina A (Mapa geológico. Escala de 1 : 800.000).

—*Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra*.—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 1 a 64.—Lámina A (Bosquejo geológico. Escala de 1 : 800.000).

—*Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén*.—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 1 a 55.—Lámina A (Bosquejo geológico. Escala de 1 : 800.000).

—*Datos para el estudio geológico de la cuenca hullera de Cüñera y Matallana*.—BOLETÍN, XIV, 1887, págs. 173 a 207.—3 grabados (cortes geológicos) en el texto.

—*Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona*.—BOLETÍN, XVI, 1887, págs. 1 a 175.—Siete grabados (cortes geológicos) en el texto.—Lámina A (Bosquejo geológico. Escala de 1 : 400.000).

—*Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España*.—BOLETÍN, XVIII, 1891 (publicado en 1892), págs. 1 a 253.

—*Notas para el estudio de la cuenca hullera de Valderrueda (León) y Guardo (Palencia)*.—BOLETÍN, XVIII, 1891 (publicado en 1892), págs. 467 a 496.—Lámina A (Plano geológico de la cuenca hullera de Valderrueda y Guardo).

—*Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Bélmez*. BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 1 a 80, con cuatro grabados en el texto.—Dos láminas (I. Mapa geológico de la cuenca carbonífera de Bélmez, en escala de 1 : 50.000.—II. Cortes geológicos).

—*Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España*.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), páginas 172 a 175.

—*Descripción de la cuenca carbonífera de Sabero (León)*.—BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), págs. 1 a 65, con ocho grabados en el texto.—Una lámina (Plano de la cuenca hullera de Sabero, en escala de 1 : 20.000).

MALLADA (D. LUCAS):

—*Aguas y pozos de los barrios bajos de Madrid.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 321 a 328.

—*Nota acerca de las minas de tungstato de hierro en el término de Casayo, provincia de Orense, y en el de Montoro, provincia de Córdoba.*—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), págs. 315 a 326.

—*Nota sobre los yacimientos de petróleo y de azufre de la provincia de Cádiz.*—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 53 a 65.

—*Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres.*—MEMORIAS, 1876.—Un volumen en 4.º de 368 págs. Cinco láminas (I. Bosquejo geológico de la provincia de Cáceres, en escala de 1 : 400.000.—II. Plano topográfico geológico de la zona donde radican las principales investigaciones de fosfato de cal, entre Zarza la Mayor y Ceclavín, con una Carta geológica, en escala de 1 : 200.000.—III. Plano topográfico geológico de la zona donde radican los yacimientos de fosforita, en Logrosán, en escala de 1 : 20.000.—IV. Plano topográfico-geológico de la zona donde radican las principales investigaciones de fosforita, en las inmediaciones de Cáceres, en escala de 1 : 20.000.—V. Cortes geológicos y de filones).

—*Descripción física y geológica de la provincia de Huesca.*—MEMORIAS, 1878.—Un volumen en 4.º de XV-439 págs. Dos láminas (I. Mapa geológico, en bosquejo, de la provincia de Huesca, en escala de 1 : 400.000.—II. Cortes geológicos a través de los Pirineos de Aragón).

—*Explicación del Mapa geológico de España; tomo I.—Rocas hipogénicas y sistema estrato-cristalino.*—MEMORIAS, 1895.—Un volumen en 4.º de 558 págs., con 37 grabados en el texto.

—*Explicación del Mapa geológico de España; tomo II.—Sistemas cambriano y siberiano.*—MEMORIAS, 1896.—Un volumen en 4.º de 515 págs. con 36 grabados en el texto.

—*Explicación del Mapa geológico de España; tomo III.—Sistemas devoniano y carbonífero.*—MEMORIAS, 1898.—Un volumen en 4.º de 415 págs. con 37 grabados en el texto.

—*Explicación del Mapa geológico de España; tomo IV.—Sistemas permiano, triásico, liásico y jurásico.*—MEMORIAS, 1902.—Un volumen en 4.º de 514 págs. con 33 grabados en el texto.

MALLADA (D. LUCAS):

—*Explicación del Mapa geológico de España; tomo V.—Sistemas infracretáceo y cretáceo.*—MEMORIAS, 1904.—Un volumen en 4.º de 519 págs. con 103 grabados en el texto.

—*Explicación del Mapa geológico de España; tomo VI.—Sistemas coceno, oligoceno y mioceno.*—MEMORIAS, 1907.—Un volumen en 4.º de 686 págs. con 99 grabados intercalados en el texto.

—*Explicación del Mapa geológico de España; tomo VII y último.—Sistemas plioceno, diluvial y aluvial.*—MEMORIAS, 1911.—Un volumen en 4.º de 543 págs. con 25 grabados en el texto.

MALLADA (D. LUCAS) y BUITRAGO (D. JESÚS):

—*La fauna primordial a uno y otro lado de la cordillera Cantábrica.*—BOLETÍN, V, 1878, págs. 177 a 194, con 6 grabados en el texto.

MALLADA (D. LUCAS) y CARBONELL (D. A.):

—*Reseña geológica de la cuenca hullera del Guadalbarbo.*—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 231 a 256, con 4 grabados en el texto.

MALLADA (D. LUCAS) y DUPUY DE LOME (D. ENRIQUE):

—*Reseña geológica de la provincia de Toledo.*—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 1 a 101.—Una lámina (Mapa geológico de la provincia de Toledo, en escala de 1 : 400.000).

MARIN (D. AGUSTÍN):

—*Estudio relativo a los terremotos ocurridos en la provincia de Murcia en 1911.*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 179 a 214, con 7 grabados en el texto.

—*Las minas de calafatita en Benahadux (Almería).*—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 223 a 241.—Una lámina (Bosquejo geológico de la zona donde radican los prin-

cipales afloramientos de calafatita, en los términos municipales de Benahadux y Gádor, en escala de 1 : 20.000).

—*Estudio petrográfico de las rocas hipogénicas de Marruecos.*—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 275 a 372, con 47 microfotografías en negro y 9 en colores.

(Véase FÁBREGA.)

(Véase RUBIO (D. CÉSAR).)

(Véase SÁNCHEZ LOZANO.)

Véase SANTA MARÍA.)

MARIN (D. AGUSTÍN) y MILANS DEL BOSCH (D. JAVIER):

Yacimiento aurífero de Rodalquivir.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 209 a 228, con 4 grabados en el texto.

MARTEL (D. E. A.):

Exploraciones subterráneas en Baleares y Cataluña. Traducción y notas de D. Gabriel Puig y Larraz.—BOLETÍN, XXIV, 1897 (publicado en 1898), págs. 229 a 258, con 2 grabados en el texto.—Una lámina (Caverna del DRACH; plano en escala de 1 : 2.700).

MARTIN DONAYRE (D. FELIPE):

Datos geológico-mineros recogidos en la provincia de Guadalajara y en el terreno de Valdesotos.—BOLETÍN, I, 1874, páginas 267 a 270.

—*Datos para una reseña física y geológica de la región SE. de la provincia de Almería.*—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 385 a 461.—13 grabados (cortes) en el texto.—Lámina H (Mapa geológico de la región SE. de la provincia de Almería, escala de 1 : 300.000).

—*Trabajos geológicos ejecutados durante el año de 1877 en la provincia de Avila.*—BOLETÍN, V, 1898, págs. 195 a 200.

—*Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza.*—MEMORIAS, 1873.—Un volumen en 4.º de 128 págs.—Cuatro láminas (I. Crucianas.—II. Vista de Rubiera y sus alrededores. Túnel núm. 4 entre Calatayud y Para-

cuellos.—III. Vista de la margen izquierda del Jalón, entre Alhama y el Arroyo de Valdeloso.—IV. Cortes geológicos.—V. Bosquejo del mapa geológico de la provincia de Zaragoza, escala de 1 : 400.000).

—*Descripción física y geológica de la provincia de Avila.*—MEMORIAS, 1879.—Un volumen en 4.º, de 297 págs.—Seis láminas (I. Vista del Pozo de las Paredes.—II. Vista del terreno que rodea a la laguna de Gredos.—III. Laguna de Gredos.—Desmonte del ferrocarril, kilómetro 91.—IV. Canto del canónigo.—V. Canchál de Aldealgordillo.—VI. Mapa geológico, en bosquejo, de la provincia de Avila, en escala de 1 : 400.000).

MARTINEZ ALCIBAR (D. AGUSTÍN):

Bosquejo geológico de la provincia de Tarragona, en escala de 1 : 600.000.—BOLETÍN, IV, 1877.—Lámina F.

MAURETA (D. JOSÉ):

Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona.—MEMORIAS, 1881. Un volumen en 4.º, de 487 págs., con 44 grabados en el texto y un cuadro gráfico de altura de aguas y de las temperaturas y presiones atmosféricas observadas en Barcelona durante los años 1862 a 1881.—Once láminas (I. Mapa orográfico-hidrográfico, en bosquejo, de la provincia de Barcelona, en escala de 1 : 400.000.—II. Mapa hipsométrico, en bosquejo, en escala de 1 : 400.000.—III. Mapa geológico, en bosquejo, en escala de 1 : 400.000.—IV-V. Perfiles geológicos.—VI. Plano geológico-minero de la cuenca carbonífera de Berga, en escala de 1 : 100.000.—VII. Plano geológico-minero de la cuenca carbonífera de Calaf, en escala de 1 por 50.000.—VIII. Plano de la cuenca hidrográfica de Dosrius, en escala de 1 : 25.000.—IX. Vista del Despeñadero del Puente (San Miguel del Fay).—X. Vista del Valle Alto del Llobregat.—XI. Vista panorámica de los alrededores de Berga).

MICHEL-LEVY (M.) y BERGUERON (M. J.):

Constitución geológica de la Serranía de Ronda (Informe de la Comisión nombrada por la Academia de Ciencias de París

para el estudio de los terremotos de Andalucía.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 153 a 156.

—*Las rocas cristalofídicas y arcaicas de la Andalucía occidental*.—BOLETÍN, XII, 1886, págs. 195 a 198.

—*Las rocas eruptivas y los depósitos estratificados de la serranía de Ronda*.—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 203 a 207.

—*Estudio geológico de la serranía de Ronda* (Estudios de la Comisión francesa de los terremotos de Andalucía.—BOLETÍN, XVII, 1890 (publicado en 1891), págs. 325 a 498, con 12 grabados en texto.—Cinco láminas (L. y N. Secciones de roca vistas al microscopio.—O. P. y Q. Fósiles pliocenos).

(Véase FOUQUÉ.)

MILANS DEL BOSCH (D. JAVIER):

(Véase DUPUY DE LOME.)

(Véase MARÍN.)

MOLINA (D. EUGENIO):

(Véase VIDAL.)

MONREAL (D. LUIS NATAL):

—*Datos geológicos acerca de la provincia de León, recogidos durante la campaña de 1877 a 1878*.—BOLETÍN, V, 1878, páginas 201 a 207.

—*Apuntes físico-geológicos referentes a la zona central de la provincia de Almería*.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 209 a 310.—Tres grabados (cortes geológicos) en el texto.—Lámina C (Mapa geológico en bosquejo de la región central de la provincia de Almería. Escala de 1 : 300.000.

—*Datos geológicos acerca de la provincia de León, recogidos durante la campaña de 1878 a 1879*.—BOLETÍN, VI, 1879, páginas 311 a 320.

—*Datos geológicos acerca de la provincia de León, recogidos durante la campaña de 1879 a 1880*.—BOLETÍN, VII, 1880, páginas 233 a 239.

MONTENEGRO (D. ANTONIO):

—*Alumbramientos de aguas en Madrid*.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 171 a 176.

MORENO (D. EMILIO):

—*Provincia de Badajoz. Criaderos de fosfato de cal en los términos de Alburquerque y Valencia de Alcántara*.—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 413 a 415.

NARANJO (D. ENRIQUE):

—*Datos geológico-mineros de la provincia de Jaén, término de La Carolina*.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 235 a 239.

—*Estudios geológico-mineros del distrito de Guadalajara*.—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), págs. 281 a 295.

—*Relación de un fenómeno sísmico ocurrido en la provincia de Siria*.—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), páginas 297 a 302.

NICKLES (M. RENÉ):

—*Los tramos senonense y danés en el Sudeste de España*.—BOLETÍN, XV, 1888, págs. 245 a 248.—Tres grabados (cortes geológicos) en el texto.

—*Investigaciones geológicas en la provincia de Alicante y parte meridional de la de Valencia*.—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 99 a 312, con 69 grabados en el texto.—Láminas 6 a 15 (6. Vertiente oriental de la sierra de Foncalent (Alicante).—7. Resbalamiento de la serreta Negra (Alicante).—8. Pliegue tendido en el barranco de Ronda (Alfaz) y vista de la vertiente oriental del Moncabrer.—9. Bosquejo geológico de la comarca de la sierra de Foncalent. Escala de 1 : 90.000.—10. Bosquejo geológico de la sierra Mariola. Escala de 1 : 120.000.—11. Bosquejo geológico de la porción meridional de la comarca de Callosa de Ensarriá.—12 a 15. Fósiles).

—*Nota acerca de los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante*, traducida por R. Sán-

chez Lozano.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), páginas 145 a 149.

—*Los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, páginas 35 a 39.

—*Sobre la existencia de fenómenos de cobijadura en la zona subbética.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 41 a 43.

—*Fenómenos de cobijadura en España, en la zona subbética.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 77 a 103, con 23 grabados en el texto.

NOGUES (M. A. F.):

El oro de la sierra de Peñafior; edad de las erupciones de las rocas piroxeno-anfibólicas (dioritas y ofitas) que lo contienen; génesis del metal y su diseminación.—BOLETÍN, XII, 1885, páginas 247 a 251.

NOLAN (M. H.):

El Trias de Menorca y Mallorca.—BOLETÍN, XV, 1888, páginas 234 a 241.—Seis grabados (cortes geológicos) en el texto.

—*Rasgos generales de la estructura geológica del Archipiélago Balear,* traducido por D. Rafael Sánchez Lozano.—BOLETÍN, XXII, 1895 (publicado en 1897), págs. 101 a 120, con 6 grabados en el texto.

—*Noticia preliminar acerca de la Isla Cabrera (Baleares).*—BOLETÍN, XXIV, 1897 (publicado en 1898), págs. 225 a 228, con un grabado en el texto.

NOVO Y CHICHARRO (D. PEDRO):

Reseña geológica de la provincia de Alicante.—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 57 a 148, con 10 grabados en el texto. Una lámina (Mapa geológico de la provincia de Alicante, en escala de 1 : 400.000).

(Véase DUPUY DE LOME.)

OCHLERT (M. D. P.):

Fósiles devonianos de Santa Lucía.—Traducción de D. Rafael Sánchez Lozano.—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 81 a 151, con 12 grabados en el texto.—Tres láminas (Fósiles devonianos).

—*Fósiles devonianos de Santa Lucía (SEGUNDA PARTE).*—Traducción de D. Rafael Sánchez Lozano.—BOLETÍN, XXVII, 1900 (publicado en 1903), págs. 67 a 68, con 12 grabados en el texto y una lámina (Fósiles devonianos).

OLAVARRIA (D. MARCIAL):

Datos geológico-mineros recogidos en la provincia de Santander.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 249 a 254.

—*Huevos fósiles encontrados en Cevico de la Torre (Palencia).*—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 133 a 138.—Una lámina (Huevos fósiles).

OFFRET (M. ALBERT):

(Véase BARROIS.)

(Véase FOUQUÉ.)

ORIOI (D. ROMÁN):

Cuenca hullera del río Carrión, en la provincia de Palencia.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 137 a 168.—Seis grabados (cortes) intercalados en el texto.—Lámina A (Plano geológico y topográfico de la cuenca hullera del río Carrión. Escala de 1 : 50.000).

—*Varios itinerarios geológico-mineros por la parte norte de la provincia de Palencia.*—BOLETÍN, III, 1876, págs. 257 a 275.

ORUETA (D. DOMINGO DE):

Bosquejo físico-geológico de la región septentrional de la provincia de Málaga.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 89 a 171.—Lámina D (Bosquejo (escala de 1 : 300.000) y corte geológico).—Lámina E (Cortes geológicos).

—*Reproducción microfotográfica de los colores de las rocas por medio de las placas autocromáticas.*—BOLETÍN, XXXII, pá-

groño.—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 100 a 140, con 3 grabados en el texto.—Cinco láminas (Mapa geológico de la zona que ocupa la formación wealdense, en escala de 1 : 400.000.—Cortes geológicos.—Fósiles wealdenses).

PARRAN:

Nota sobre la geología de la cuenca de Bélmez, en la provincia de Córdoba.—BOLETÍN, III, 1895, págs. 169 a 175.

PATO Y QUINTANA (D. MANUEL):

Descripción física de la provincia de Murcia.—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), págs. 1 a 158.—Una lámina (Mapa geográfico de la provincia de Murcia, en escala de 1 : 400.000).

(Véase CORTÁZAR.)

PELLITERO (D. VALETÍN):

Apuntes geológicos referentes al itinerario de Sagua de Tánamo a Santa Catalina de Guantánamo, en la Isla de Cuba.—BOLETÍN, XX, 1893 (publicado en 1895), págs. 89 a 98.—Una lámina (Croquis geológico de una estrecha zona de la provincia de Santiago de Cuba, en escala de 1 : 400.000, y corte geológico).

PEÑA (D. ANICETO DE LA):

Reseña geológica de la provincia de Toledo.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 329 a 331.

PISANI:

(Véase DAUBRÉ.)

PUIG (D. GABRIEL):

Cavernas y simas de España.—BOLETÍN, XXI, 1894 (publicado en 1896), págs. 1 a 392).

—*Notas bibliográficas*.—BOLETINES, XXI a XXVI, años 1894 a 1899.

PUIG (D. GABRIEL):

—*Reseña geográfica de las publicaciones de la Comisión del Mapa Geológico de España (años 1873-1892)*.—BOLETÍN, XXI, págs. 273 a 352.

—*Hipuritos de Cataluña. Compendio de los trabajos de monsieur Dauvillé acerca de los rudistos*.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 211 a 278, con 55 grabados en el texto.

—*Descripción física y geológica de la provincia de Zamora*.—MEMORIAS, 1883.—Un volumen en 4.º, de 488 páginas, con 6 grabados en el texto.—Dos láminas (I. Mapa geológico, en bosquejo, de la provincia de Zamora, en escala de 1 : 400.000.—II. Cortes geológicos).

PUIG (D. GABRIEL) y SANCHEZ LOZANO (D. RAFAEL):

Datos para la geología de la provincia de Santander.—BOLETÍN, XV, 1888, págs. 251 a 329.—Dos grabados (cortes geológicos) en el texto.—Lámina E (Bosquejo geológico de los alrededores del Escudo de Cabuérniga. Escala de 1 : 100.000).

RAMIREZ LASALA (D. MIGUEL):

—*Datos geológico-industriales de la provincia de Santander*.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 167 a 175.—Un grabado en el texto.

RANZ AULES (D. MANUEL):

Minerales de hierro en la región NO. de la provincia de Guadalajara.—MEMORIAS, 1918, págs. 179 a 226, con 4 grabados en el texto y 7 fotograbados.—Una lámina (Mapa geológico del término de Cañamares (Guadalajara) en escala de 1 : 25.000).

REYDELLET (M. DE):

Sistema hullero de Puertollano, provincia de Ciudad Real.—BOLETÍN, II, 1875, págs. 351 a 356.—Dos grabados intercalados en el texto.

REYDELLET (M. DE):

—*Fosforita de Bélmez, provincia de Córdoba.*—BOLETÍN, II, 1875, págs. 357 a 359.—Cuatro grabados intercalados en el texto.

ROJAS CLEMENTE (D. SIMÓN DE):

Datos geológicos del Reino de Granada.—Descubrimiento de la piedra pómez.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 163 a 165.

ROSARIO Y SALES (D. ANACLETO DEL):

(Véase CENTENO.)

ROTHPLETZ (A.) y SIMONELLI (V.):

Formación de origen marino de la Gran Canaria.—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898, págs. 1 a 83, con 5 grabados en el texto.—Dos láminas (fósiles).

RUBIO (D. ANGEL):

Reseña físicogeológica del valle de Lacedana, provincia de León.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 333 a 345.—Lámina E (Bosquejo topográfico y geológico del Valle de Lacedana. Escala de 1 : 200.000).

RUBIO Y MUÑOZ (D. CÉSAR):

Datos para el estudio geológico-minero de la Guelaya (Marruecos).—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), páginas 33 a 94, con un grabado y 18 láminas en el texto (I. Bosquejo geológico de Guelaya, en escala de 1 : 300.000.—II. Plano topográfico de la Guelaya meridional, en escala de 1 : 55.000.—III. Plano geológico-minero del distrito de Uixán-Afra (Guelaya), en escala de 1 : 55.000.—IV. Plano geológico de la región de Afra. Criaderos metalíferos de plomo y cinc, en escala de 1 : 15.000.—V. Bosquejo geológico-minero de la región Bocoya-Iber-Kanen, en escala de : 15.000.—VI. Plano de los yacimientos de hierro de Beni-Bu-Ifrur, en escala de 1 : 15.000.

VII. Minas plomíferas de Afra. Detalles de labores.—VIII. Idem. Cortes transversales.—IX. Criadero de hierro de Afra (Jemix). Croquis y criadero de hierro. Mina valenciana; croquis.—X. Minas de hierro de Bocoya-Iberkanen. Detalles de labores.—XI. Bosquejo geológico-minero de las minas de Uixán. Corte.—XII. Valles de Uixán y del Masing, desde Axatén.—XIII. Faro de Tres Forcas.—XIV. Vista general del criadero de Uixán.—XV. Vista del Tidimit, desde Monte Uixán. Corte.—XII. Valles de Uixán y del Masing, desde Axatén.—XVIII. Gran crestón de hierro en Uixán).

—*Criaderos de hierro de la provincia de Murcia.*—MEMORIAS, 1913, págs. 441 a 524, con 3 fotografías en el texto—Once láminas (Plano en escala de 1 : 20.000 de las concesiones de Aguaderas, Purias, Carrasquilla y Villarreal (término de Lorca).—Cortes y detalles de los criaderos, en escala de 1 : 40.000. Minas de Chuecos, Tebar, Romeral y El Tejedor (término de Aguilas); plano de concesiones, en escala de 1 : 20.000.—Corte geológico "Sierra Enmedio". Aguilas.—Minas de Sierra Enmedio (término de Lorca). Detalles de algunos criaderos, en escala de 1 : 4.000.—Bosquejo geológico-minero del distrito de Cehegín, en escala de 1 : 50.000.—Cortes geológicos. Distrito de Ceheguín.—Bosquejo geológico-minero. Grupo Edison, en escala de 1 : 4.000.—Croquis geológico. Grupo Goloso, en escala de 1 : 10.000.—Bosquejo geológico-minero del Grupo María, en escala de 1 : 10.000.—Distrito de Cehegín. Cortes de criaderos).

(Véase ADÁN DE YARZA.)

(Véase GARCÍA DEL CASTILLO.)

RUBIO (D. CÉSAR) y KINDELAN (D. ALFREDO):

Continuación del estudio hidrológico de la cuenca del Tajo, al norte de Madrid, entre los ferrocarriles del norte de España y de Madrid a Zaragoza.—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 9 a 29.—Una lámina (Mapa topográfico, en escala de 1 : 100.000, de la zona Norte de la provincia de Madrid).

—*Apuntes para el estudio de la hidrología subterránea del llano de Barcelona.*—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 33 a 102.—

Tres láminas (I. Plano en escala de 1 : 20.000.—II, III. Perfiles de los senderos de la margen derecha del río Besós).

RUBIO (D. CÉSAR) y MARIN (D. AUGUSTO):

Sales potásicas en Cataluña.—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 173 a 230, con 5 grabados en el texto y tres láminas (I. Bosquejo geológico de la comarca, en escala de 1 : 400.000.—II. Región de Juria, plano en escala de 1 : 20.000.—III. Trabajos mineros de la concesión "Rumanie". Pozo maestro; plano en escala de 1 : 500).

—*Sales potásicas en Cataluña.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, páginas 349 a 384.—Seis láminas (Mapa de la cuenca de sales potásicas de Cataluña, en escala de 1 : 150.000.—Emplazamiento del sondeo núm. 1, de Casa Botines.—Emplazamiento del sondeo núm. 2, Llardella.—Emplazamiento del sondeo núm. 3, de Casa del Marqués.—Emplazamiento del sondeo núm. 4, de Casa de Vila.—Emplazamiento del sondeo núm. 5, de Torá).

RUBIO (D. CÉSAR), VILLATE (D. ENRIQUE) y KINDELAN (D. ALFREDO):

Estudios hidrológicos.—Provincia de Toledo. Zona del Alberche y Guadarrama, en la cuenca del Tajo.—BOLETÍN, XXIX, 1908 (publicado en 1909), págs. 159 a 225.—Una lámina (Mapa en escala de 1 : 100.000 de la zona Norte de la provincia de Toledo, con límite de la de Madrid; Sur y Oeste con el ferrocarril de Madrid-Cáceres y Este con la carretera Torrijos-Maqueda-Escalona-Avila).

RUBIO (D. JOSÉ MARÍA):

El Turbal de Roquetas, en la provincia de Almería.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 195 a 207, con una lámina en el texto (Croquis de la turbera de Roquetas; proyección horizontal y corte longitudinal).

—*Notas de hidrología subterránea en la provincia de Almería.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 385 a 419.

RUBIO (D. JOSÉ MARÍA) y GAVALA (D. JUAN):

Yacimientos de molibdeno en las provincias de Granada y Almería.—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 165 a 193.—Una lámina (Yacimientos de molibdeno. Mapa en escala de 1 : 250.000).

RUIZ FALCO (D. MANUEL):

El sondeo de Caldones, en Asturias.—BOLETÍN, XXXVII, 1916, págs. 3 a 26.—Cuatro láminas (I. Sondeo de caldones. Distribución del tiempo empleado.—II. Corte vertical del sondeo.—III. Corte transversal de Veriño a Caldones.—IV. Gráfico de la producción diaria de gases).

SACRISTAN (D. JULIO):

Los criaderos de wolfram de los términos de Oliva de Jerez y Zahinos, de la provincia de Badajoz.—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 199 a 204.

SALTERAIN (D. PEDRO):

Apuntes para una descripción físico-geológica de las jurisdicciones de la Habana y Guanabacoa (Isla de Cuba).—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 161 a 225.—Siete grabados en el texto.—Lámina D (Mapa geológico y topográfico, en bosquejo, de las jurisdicciones de la Habana y Guanabacoa, escala de 1 : 200.000).

—*Ligera reseña de los temblores de tierra ocurridos en la Isla de Cuba.*—BOLETÍN, X, 1883, págs. 371 a 385.
—*gos.*—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 71 a 79.

SAMPAYO (D. PEDRO):

Datos geológico-mineros de la provincia de Burgos.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 125 a 132.

SANCHEZ BLANCO (D. FÉLIX):

Apuntes geológicos de la provincia de Santander.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 279 a 282.

SANCHEZ LOZANO (D. RAFAEL):

Breve noticia acerca de la geología de la provincia de Burgos.—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 71 a 79.

—*Nota sobre algunos criaderos argentíferos en los términos de La Acebeda y Robregordo (Madrid).*—BOLETÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 151 a 166, con un grabado en el texto.

—*Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres.*—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 205 a 219.

—*Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y en Granada.*—BOLETÍN, XXVI, 1899 (publicado en 1902), págs. 233 a 244.

—*Nota referente a varios yacimientos de estaño de la provincia de Pontevedra.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 11 a 24.

—*Nota referente a varios yacimientos de minerales de plomo de la vertiente septentrional de Sierra Nevada.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 25 a 34.

—*Datos geológico-mineros relativos a la cuenca carbonífera de Guardo (Palencia).*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 105 a 134, con un grabado en el texto y una lámina (Plano geológico-minero de la parte oriental de la cuenca carbonífera de Guardo (Palencia), en escala de 1 : 50.000).

—*Algunos datos de aguas artesianas en la comarca de Figueras.*—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 167 a 169.

—*El alumbramiento de aguas practicado en el término de Nebreda para el abastecimiento de la villa de Lerma, en la provincia de Burgos.*—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 209 a 224, con tres grabados en el texto.

—*Sondeo en el extremo oriental de la cuenca carbonífera de Guardo (Palencia).*—BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 103 a 116.—Una lámina en el texto (Sondeo practicado en la concesión minera "La Constancia" para el reconocimiento del terreno carbonífero cerca de la estación de Cervera de Río Pisuerga).

—*Hidrología subterránea de la cuenca del río de Almería.* BOLETÍN, XXXIII, 1912, págs. 207 a 218.

—*La tectónica general en sus relaciones con las aguas mi-*

nero-medicinales.—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), páginas 295 a 305.

—*Datos para el estudio de la región hullera de la provincia de Burgos.*—BOLETÍN, XXXIX, 1918, págs. 145 a 163.—Una lámina (Bosquejo geológico de la región hullera de la provincia de Burgos, en escala de 1 : 75.000).

—*Descripción física, geológica y minera de la provincia de Logroño.*—MEMORIAS, 1894.—Un volumen en 4.º de 548 páginas, con 63 grabados en el texto y 11 láminas (1.ª Bosquejo orométrico de la provincia de Logroño, en escala de 1 : 800.000. 2.ª Rosas de los vientos.—3.ª Laguna de Urlión.—4.ª Pizarras siebrianas a la salida de Posadas para la Demanda.—5.ª Arsénicos triásicos de Ezcaray.—6.ª Torrecilla de Cameros desde la cuesta de Nuestra Señora de Tornales.—7.ª Villanueva de Cameros.—8.ª Las Conchas de Haro, desde la orilla del Ebro, al pie de la estación de San Felices.—9.ª Las Conchas de Haro: concha de la izquierda del Ebro, vista desde la entrada del túnel.—10.ª Areniscos y conglomerados mineros entre Torrecilla y Panzares.—11.ª Cerro de Cantabria, frente a Logroño).—Seis láminas al final (I. Mapa geológico de la provincia de Logroño, en escala de 1 : 400.000.—II y III. Corte geológico.—IV y V. Fósiles wealdenses.—VI. Vista panorámica de Ezcaray).

—*Criaderos de hierro de la provincia de Murcia. Prólogo.*—MEMORIAS, 1913, págs. 97 a 126, con un grabado en el texto y una lámina (Mapa de los distritos ferríferos de la provincia de Murcia, en escala de 1 : 800.000).

—*Relación de las publicaciones con noticias relativas a la Minería y a la Geología de la provincia de Murcia.*—MEMORIAS, 1913, págs. 123 a 126.

(Véase PALACIOS.)

(Véase PUIG.)

(Véase VIDAL.)

SANCHEZ LOZANO (D. RAFAEL y ALVAREZ ARAVACA (D. MARIANO):

Estudios hidrológicos.—Provincia de Madrid. Zona entre los ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y de Madrid a Cáceres y

Portugal.—BOLETÍN, XXVIII, 1906, págs. 265 a 295.—Una lámina (Mapa en escala de 1 : 100.000 de la zona referida).

SANCHEZ LOZANO (D. RAFAEL) y GALVEZ CAÑERO (D. AUGUSTO):

Congreso internacional de Minería y Geología práctica, celebrado en Düsseldorf en 1910.—BOLETÍN, XXXI, 1910 (publicado en 1911), págs. 189 a 286, con 4 grabados en el texto.

SANCHEZ LOZANO (D. RAFAEL) y MARIN (D. AGUSTÍN):

Estudio relativo a los terremotos ocurridos en la provincia de Murcia en 1911.—BOLETÍN, XXXII, 1911 (publicado en 1912), págs. 179 a 214, con 7 grabados en el texto.

—*Aguas subterráneas de la cuenca del río de Almería.*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 309 a 320.

SANTA MARIA (D. LUIS) y MARIN (D. AGUSTÍN):

Estudios hidrológicos de la cuenca del río Llobregat (Barcelona).—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 31 a 52, con una lámina en el texto (Corte geológico de San Feliú al Mediterráneo.—Dos láminas (I. Apuntes para el estudio de la hidrología subterránea del llano de Barcelona; plano, en escala de 1 : 30.000.—II. Cortes longitudinales normales a la corta y corte de varios pozos).

SANCHEZ Y MASSIA (D. JUAN):

Mapa topográfico de España, publicado por el Instituto Geográfico.—BOLETÍN, III, 1896, págs. 243 a 244.

—*Datos geológicos de la provincia de Toledo, término de Villamiel.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 83 a 86.

SCHRODT (J.):

Datos para el estudio de la fauna pliocena del sur de España.—Traducido del alemán por D. Pedro Palacios.—BOLE-

TÍN, XXIII, 1896 (publicado en 1898), págs. 85 a 131.—Dos láminas (Foraminíferos del plioceno).

SIERRA (D. ALFONSO):

Reseña geológica de la sierra de Los Filabres (provincia de Almería).—BOLETÍN, XXXVI, 1915, págs. 239 a 276, con 39 grabados en el texto y tres láminas (I. Plano geológico de la sierra de Los Filabres, en escala de 1 : 200.000.—II. Plano general de las minas de Serón y Bacaes, en escala de 1 : 40.000.—III. Mina "Menas"; plano en escala de 1 : 5.000).

SIMONELLI (V.):

(Véase ROTHPLETZ.)

STUART-MENTEATH.

(Véase ADÁN DE YARZA.)

SUAREZ DEL VILLAR (D. LUIS):

Lignito. Cuenca cretácea de Berga.—BOLETÍN, XXXIV, 1913 (publicado en 1914), págs. 307 a 317.

THOS Y CODINA (D. SILVINO):

Notas acerca de la constitución geológica de las islas de Ibiza y Formentera.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 363 a 367.

—*Reconocimiento físico-geológico-minero de los valles de Andorra.*—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 183 a 207.

—*Nota aclaratoria sobre el croquis geológico de los valles de Andorra.*—BOLETÍN, XII, 1885, págs. 253 a 257.—Una lámina (Croquis geológico de los valles de Andorra. Escala de 1 por 200.000).

—*Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona.*—MEMORIAS, 1881.—Un volumen en 4.º, de 487 páginas, con 44 grabados en el texto y un cuadro gráfico de altura de aguas y de las temperaturas y presiones atmosféricas observadas en Barcelona durante los años 1862 a 1881.—Once láminas (I. Mapa orográfico-hidrográfico, en bosquejo, de la

provincia de Barcelona, en escala de 1 : 400.000.—II. Mapa hipsométrico, en bosquejo, en escala de 1 : 400.000.—III. Mapa geológico, en bosquejo, en escala de 1 : 400.000.—IV. V. Perfiles geológicos.—VI. Plano geológico-minero de la cuenca carbonífera de Berga, en escala de 1 : 100.000.—VII. Plano geológico-minero de la cuenca carbonífera de Calaf, en escala de 1 : 50.000.—VIII. Plano de la cuenca hidrográfica de Dosrius, en escala de 1 : 25.000.—IX. Vista del Despeñadero del Puente (San Miguel del Fay).—X. Vista del valle alto del Llobregat.—XI. Vista panorámica de los alrededores de Berga).

URRUTIA (D. PEDRO LISARDO):

Datos geológico-mineros de la provincia de Logroño.—BOLETÍN, V, 1878, págs. 315 a 320.

VALLE (D. ALFONSO DEL) y FERNANDEZ IRUEGAS (D. PABLO):

Estudios relativos a la geología de Marruecos.—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 171 a 254, con 20 fotografados y 2 grabados en el texto.—Tres láminas (I. Mapa hipsométrico de Guelaya, en escala de 1 : 250.000.—II. Plano geológico de Guelaya, en escala de 1 : 100.000.—III. Zona de Melilla. Cortes geológicos).

—*Nota acerca de los criaderos minerales de Guelaya.*—BOLETÍN, XXXVIII, 1917, págs. 255 a 273, con 4 fotografados en el texto.

VERA Y GOMEZ (D. JOSÉ DE):

(Véase CENTENO.)

VIDAL (D. LUIS MARIANO):

Datos para el conocimiento del terreno garumnense de Cataluña.—BOLETÍN, I, 1874, págs. 209 a 247.—Láminas 1.^a a 7.^a (Fósiles); 8.^a (Cortes).

—*Geología de la provincia de Lérida.*—BOLETÍN, II, 1875, páginas 273 a 349.—Lámina B (Cortes geológicos).

—*Nota acerca del sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña.*—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 257 a 372.—Once grabados (cortes) en el texto.—Láminas 1.^a a 7.^a (Fósiles).

—*Excursión geológica por la isla de Mallorca.*—BOLETÍN, VI, 1879, págs. 1 a 22.

—*Nota acerca de los hundimientos ocurridos en la cuenca de Tremp (Lérida) en Enero de 1881.*—BOLETÍN, VIII, 1881, páginas 113 a 129.

—*Estudio geológico de la estación termal de Caldas de Malavella.*—BOLETÍN, IX, 1882, págs. 65 a 91.—Cinco grabados (cortes geológicos) en el texto.—Lámina B (Plano. Escala de 1 : 5.000).

—*Yacimiento de la Aerinita.*—BOLETÍN, IX, 1882, páginas 113 a 121.

—*Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona.*—BOLETÍN, XIII, 1886, págs. 209 a 230.—25 grabados intercalados en el texto.—Láminas VIII y IX (VIII. Bosquejo geológico. Escala de 1 : 400.000.—IX. Equínidos numulíticos).

—*Nota geológica y paleontológica sobre el jurásico superior de la provincia de Lérida.*—BOLETÍN, XXXVI, 1915, páginas 17 a 55, con 13 grabados en el texto y seis láminas (Fósiles).

(Véase ADÁN DE YARZA.)

VIDAL (D. LUIS MARIANO) y MOLINA (D. EUGENIO):

Reseña física y geológica de las islas Ibiza y Formentera.—BOLETÍN, VII, 1880, págs. 67 a 113, con 9 grabados en el texto.—Una lámina (Bosquejo geológico, en escala de 1 : 400.000).

VIDAL (D. LUIS MARIANO) y SANCHEZ LOZANO (D. RAFAEL):

Estudio de hidrología subterránea en Villena (Alicante).—BOLETÍN, XXX, 1909, págs. 67 a 91.—Tres láminas (I. Mapa geológico de los alrededores de Villena, en escala de 1 : 50.000, y tres Cortes geológicos.—II. Aguas de Villena.—Plano de las labores de Villena, en escala de 1 : 10.000, y Corte y proyección vertical de las labores y fuentes.—III. Plano de las labo-

res de Zaricejo. en escala de 1 : 10.000, y Proyección vertical de las labores y fuentes).

Datos geológicos de la provincia de Valencia.—Sondeos en el río Turia.—BOLETÍN, VII, 1881, págs. 265 a 268.—Un grabado en el texto (representación del sondeo).

VILLATE (D. ENRIQUE):

(Véase RUBIO (D. CÉSAR).)

ZEILLER (M. R.):

Notas acerca de la flora hullera de Asturias.—BOLETÍN, XI, 1884, págs. 159 a 182.

ZUAZNAVAR (D. MARIANO):

Datos geológico-mineros de la provincia de Burgos.—Itinerario de Burgos a Villasur de los Herreros.—BOLETÍN, I, 1874, páginas 289 a 290.

—Algunos datos de la cuenca carbonífera de Juarros, en la provincia de Burgos.—BOLETÍN, III, 1876, págs. 353 a 358.

—Datos geológico-mineros de la provincia de Burgos.—Salina de Poza de la Sal.—BOLETÍN, IV, 1877, págs. 383 y siguientes.

