

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

---

MAPA GEOLÓGICO

---

MEMORIA EXPLICATIVA

DE LA

HOJA N.º 173

**TAFALLA**

---

MADRID  
TIP. Y LIT. COLLAUT  
MARÍA DE MOLINA, 106  
1990

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

---

MAPA GEOLÓGICO

---

MEMORIA EXPLICATIVA

DE LA

HOJA N.º 173

**TAFALLA**

---

MADRID  
TIP. Y LIT. COULLAUT  
MARÍA DE MOLINA, 106  
1930

PERSONAL DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO  
DE ESPAÑA

<i>Director</i> .....	Excmo. Sr. D. Luis de la Peña.
<i>Vocales</i> .....	Sr. D. Alfonso Fernández y M. Valdés.
—	Sr. D. Manuel Sancho Gala.
—	Sr. D. Manuel Ruiz Falcó.
—	Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis.
—	Sr. D. Augusto de Gálvez-Cañero.
—	Sr. D. Alfonso del Valle Lersundi.
<i>Vocal Secretario</i> .....	Sr. D. Guillermo O'Shea.
<i>Vocales</i> .....	Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.
—	Sr. D. José de Gorostizaga.
—	Sr. D. José García Sifleriz.
—	Sr. D. Enrique Dupuy de Lôme.
—	Sr. D. Juan Gavala.
—	Sr. D. Alfonso de Alvarado.
—	Sr. D. Pablo Fernández Iruegas.
—	Sr. D. Joaquín Mendizábal.
—	Sr. D. Javier Milans del Bosch.
—	Sr. D. Antonio Carbonell T.-F.
<i>Ingenieros agregados</i> ....	Sr. D. Enrique Rubio.
—	Sr. D. Manuel de Cincúnegui.
—	Sr. D. Agustín de Larragán.
<i>Ingeniero auxiliar</i> .....	Sr. D. José Meseguer Pardo.
<i>Ingenieros Ayudantes</i> ....	Sr. D. Antonio de Larrauri Mercadillo.
—	Sr. D. Manuel Pastor Mendivil.
—	Sr. D. Ricardo Madariaga Rojo.
—	Sr. D. Carlos Orti Serrano.
—	Sr. D. José Cantos Sainz de Carlos.

INGENIEROS AL SERVICIO DEL INSTITUTO

Sr. D. Laureano Menéndez Puget

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

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

# INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

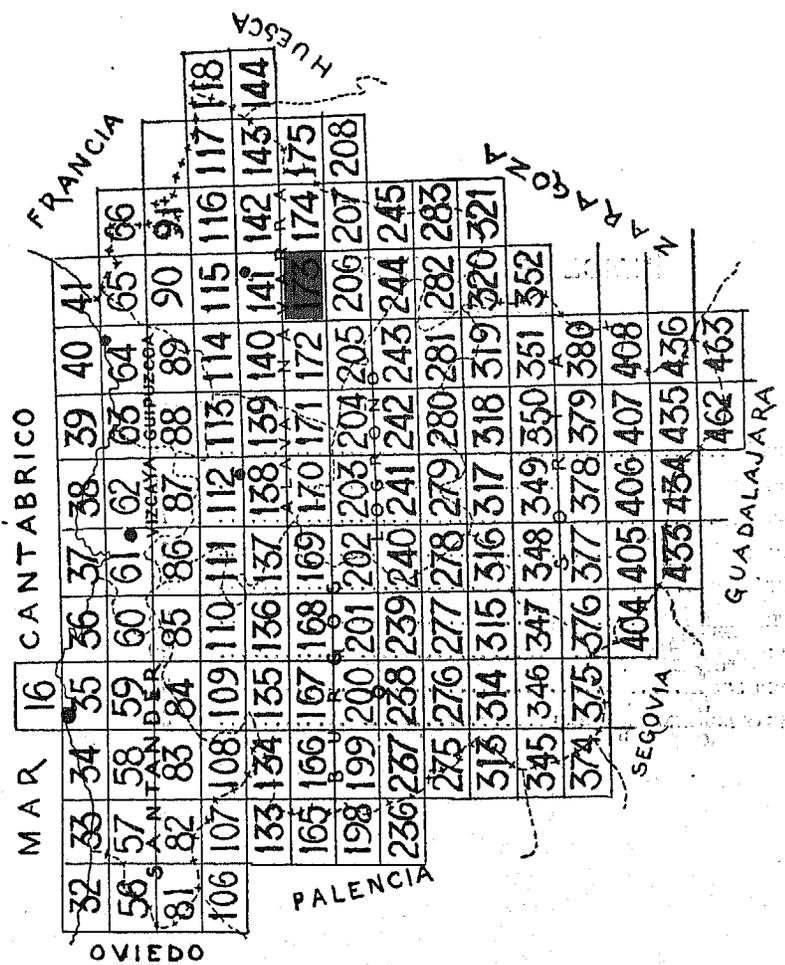
## 2.ª REGIÓN. NORTE

Jefe..... Sr. D. Alfonso del Valle.  
 Sub-jefe..... Sr. D. Joaquín Mendizábal.  
 Secretario..... Sr. D. Manuel Cincúnegui.

PERSONAL AGREGADO QUE HA INTERVENIDO EN LA  
 FORMACIÓN DE ESTE TRABAJO:

Sr. D. Modesto del Valle.  
 Sr. D. Carlos Arocena.

Situación de la Hoja de Tafalla, número 173



## INDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
INTRODUCCIÓN .....	5
I BIBLIOGRAFÍA .....	9
II HISTORIA .....	13
III GEOGRAFÍA FÍSICA .....	17
IV TECTÓNICA .....	21
V ESTRATIGRAFÍA .....	25
VI PALEONTOLOGÍA .....	29
VII HIDROLOGÍA .....	31
VIII EXPLOTACIONES MINERAS .....	33

## INTRODUCCIÓN

La región Norte comienza la publicación de sus hojas geológicas por la de Tafalla, n.º 173, por ser la primera que ha publicado el Instituto Geográfico, de las correspondientes a la provincia de Navarra.

No se funda, por tanto, en ninguna razón científica ni geológica, el orden que ha adoptado la región para la ejecución de estas hojas, que necesariamente tiene que ajustarse a la pauta que ha seguido el Instituto Geográfico en la publicación de las suyas.

El terreno representado en la Hoja de Tafalla, se halla situado en la parte central de Navarra.

La división de esta provincia en dos regiones: Montaña y Rivera, división fundada solamente en el diferente aspecto que su topografía presenta, resulta la más científica y apropiada a esta comarca respondiendo perfectamente a su constitución física y geográfica, y por ende a las consecuencias económicas y espirituales que en el orden político social de ellas se derivan, y como la topografía no es más que el resultado de la acción de los agentes exteriores sobre las distintas formaciones geológicas, estructuradas por la Tectónica, responde también esta división a la Geología.

En efecto, constituyen la Montaña los terrenos antiguos, primarios, secundarios y el Eoceno, y la Rivera, el Oligoceno y Mioceno.

La primera, afectada por todos los movimientos del levantamiento pirenaico, presenta multitud de pliegues, fallas, recubrimientos, grandes buzamientos, y alcanza las mayores alturas, mientras que en la segunda, en la zona oligocena sólo sometida al último movimiento de emersión, se suavizan y aminoran mucho todos estos accidentes que desaparecen en la miocena, constituida por capas depositadas después de este postrer movimiento, y, por tanto, casi horizontales, en las cuales la tectónica apenas interviene en el relieve cuyas formas son principalmente debidas a la denudación que han producido los agentes exteriores.

La zona de transición de ambas regiones pasa por la Hoja de Tafalla, la cual se halla casi en su totalidad constituida por el Oligoceno, excepción hecha del borde Nordeste en el cual se apoya en el Eoceno que, levantado y rasgado por un accidente tectónico, presenta un ojal a través del cual asoma el Cretáceo, y escasas zonas en el resto de la Hoja, en que se oculta aquella formación por debajo de algunos depósitos cuaternarios diluviales y aluviales que contornean los valles de los ríos y recubren las regiones más planas.

Zona de transición, presenta sus mayores alturas y sierras principales en el ángulo NE. más próximo a los Pirineos, en el que alcanza cotas de cerca de 1.000 metros (Peña de Unzué 990 metros, Sierra de Alaiz 995 metros) y las estribaciones de estas montañas van extendiéndose en lenta progresión decreciente, ensanchando sus faldas, disminuyendo sus pendientes, hasta terminar borrándose hacia el SO. en la zona baja que presenta superficies horizontales que han abarrancado los agentes derrubidores.

La altura inferior de la Hoja se encuentra en el ángulo SO. en donde el río Arga sale del perímetro de la misma y es de 300 metros sobre el nivel del mar.

El carácter de transición se pone también de manifiesto al observar que la antigua organización y primitiva división de la población en Valles, secularmente repetida

en toda la región cantábrica y pirenaica, resto indudable de las primitivas agrupaciones sociales en el país, desaparece al llegar a la Rivera, región natural que impone otra organización y termina en la Hoja con el Valle de Orba, que ocupa precisamente la parte NE. al lado del Cretáceo y Eoceno.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ADÁN DE YARZA (R.).—Descripción física y geológica de la provincia de Álava. «Mem. de la Com. del Mapa Geol. de España». Madrid, 1885.
2. ADÁN DE YARZA (R.).—El país vasco en las edades geológicas. «Bol. de la Com. del Mapa Geol.», 2.<sup>a</sup> serie, tomo VIII. 1906.
3. ADÁN DE YARZA (R.).—Descripción físico-geológica. «Geografía general del país Vasco-Navarro». Obra dirigida por Francisco Carreras y Gaudí. Barcelona.
4. BORN (A.).—Das Ebrobecken. Stuttgart, 1919.
5. CALDERÓN (S.).—La región epigenética de Andalucía y el origen de sus ofitas. «Bol. Com. Map. Geol.», tomo XV, pág. 145. 1890.
6. CANDEL VILA (R.).—Contribución al estudio de los cuarzos cristalizados españoles. «Anales del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Valencia». Trabajo del Laboratorio de Historia Natural, núm. 18. Valencia, 1928.
7. CAREZ (L.).—Études des terrains cretacés et tertiaires du Nord de l'Espagne. 1881.
8. CAREZ (L.).— La géologie des Pyrénées Françaises. «Fascicule I». 1903.
9. CAREZ (L.).—Sur quelques points de la géologie du Nord de l'Aragón et de le Navarre. «Bull. Soc. Géol. de France», tomo X, serie IV. 1910.
10. CAREZ (L.).—Résumé de la géologie des Pyrénées Françaises. «Mem. de la Soc. Géol. de France», 4.<sup>a</sup> serie, tomo X, núm. 7. 1912.
11. DEPERET (CH.) Y VIDAL (L. M.).—Contribución al estudio del Oligoceno en Cataluña. «Mem. R. Ac. de Cienc. y Art.», 3.<sup>a</sup> época, tomo V, páginas 311-345. Barcelona, 1906.

12. DOUVILLÉ (H.).—A propos du Poudingue de Palassau. «C. R. Som. de la Soc. Géol. de France», séance 17, n.º V. pages 160-162. 1924.
13. FOURNIER (E.).—Études sur les Pyrénées basques (Basses Pyrénées, Navarre et Guipúzcoa). «Bull. des Serv. de la C. Géol. de France et des top. sout.», n.º 121, tomo XVIII. 1907-1908. Paris, 1908.
14. HERNÁNDEZ-PACHECO (E.).—Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica. «Junta de ampliación de estudios». Mem. n.º 7. 1912.
15. LAMARE (P.).—Sur le presence de granites dans les vallées de Baztan et du Bertizarane (Haute Bidassoa). «C. R. Ac. Sci.», 15 Dec., pages 1.412-1.415. 1924.
16. LAMARE (P.).—Note preliminaire sur la structure des massifs secondaires compris entre le Bidassoa et le Sierra de Ulzama (Navarre). «C. R. Som. Soc. Géol. de France», 15 Dec., p. 187. 1924.
17. LAMARE (P.).—La serie metamorphique des environs d'Almendoz (Navarre). Séance 16 Mars. «Bull. Soc. Géol. de France», pages 581-587. 1925.
18. LAMARE (P.).—Observations nouvelles sur la nappe des marbres des Pyrénées navarraises. «Bull. Soc. Géol. de France». Séance 9 Nov., pages 689-691. 1925.
19. LAMARE (P.).—Sur la structure des Pyrénées navarraises. «C. R. de la XIV Congrès Géologique International». Fasc. II, pages 693-698. Madrid, 1927.
20. LAMARE (P.).—Sur la morphologie et la structure géologique de la Sierra de Aralar (Navarre). «C. R. Congrès Soc. Sa.» Paris-Sciences. 1927.
21. MALLADA (L.).—Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra. «Bol. de la Com. del Mapa Geológico», tomo IX, páginas 1-64. 1882.
22. MALLADA (L.).—Explicación del Mapa Geológico de España. «Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España», tomo VII. 1895-1911.
23. MARÍN Y BERTRAN DE LIS (A.).—Algunas notas estratigráficas sobre la cuenca terciaria del Ebro. «Bol. del Inst. Geol. de España», tomo XLVII. 1926.
24. MARQUINA (J.).—Descripción geológica de Navarra. «Geografía general del país Vasco-Navarro». Obra dirigida por Francisco Carreras Gaudi. Barcelona.
25. PALACIOS (P.).—Las ofitas de la provincia de Navarra. «Bol. de la Com. del Mapa Geol. de Esp.», 2.ª serie, tomo II, pág. 173 y tomo III, pág. 13. 1897.
26. PALACIOS (P.).—La formación vealdense en el Pirineo Navarro. «Bol. del Inst. Geol. de Esp.», tomo XXXVI. 1915.

27. PALACIOS (P.).—Un afloramiento de basalto en el terreno cretáceo de Navarra. «Bol. del Inst. Geol. de Esp.», tomo XXXVII. 1916.
28. PALACIOS (P.).—La formación cambriana en el Pirineo navarro. «Bol. del Inst. Geol. de Esp.», tomo XL. 1919.
29. PALACIOS (P.).—Los terrenos mesozoicos de Navarra. «Bol. del Inst. Geol. de Esp.», tomo XL. 1919.
30. PALASSOU.—Essai sur le mineralogie des Monts Pyrénées. Paris, 1784.
31. ROYO Y GÓMEZ (J.).—Edad de las formaciones yesíferas del Terciario ibérico. «Bol. de la Real Soc. Esp. de Hist. Nat.». Abril, 1926.
32. ROYO Y GÓMEZ (J.).—Sur la presence de marnes et du gypse paléogènes dans le haut bassin du Tage. «C. R. Som. de la Soc. Géol. de France Se.». 19 avril, 1926.
33. STUART MENTEATH.—Sur le geologie des Pyrénées de la Navarre du Guipúzcoa et du Labourd. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 3.ª s., t. IX, pages 304-333. 4 avril, 1881.
34. VERNEUIL (DE), COLLOMB ET TRIGER.—Note sur une partie du pays basque-espagnol. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 2.ª s., t. XVII, pages 333-376. S. 27 Fev. 1860.
35. VIENNOT (P.).—Recherches structurales dans les Pyrénées occidentales française. «Bull. des Serv. de la C. Géol. de la France et des top. sout.», n.º 163, t. XXX. Paris, 1927.

## II

### HISTORIA

---

Aunque desde tiempos ya remotos el estudio de la formación de la cordillera de los Pirineos atrajo la atención de los geólogos franceses hacia la vertiente española, no fué en un principio la región de Navarra la que visitaron sino la zona oriental catalana que sin duda, como país en aquellas épocas más fácilmente accesible por sus mejores comunicaciones y condiciones de vida, invitaba más a su estudio que las agrestes sierras de Huesca y Navarra.

Puede considerarse al abate Palassou iniciador de los estudios estratigráficos de los Pirineos con su curiosa obra «Essai sur la minéralogie des Pyrenées» publicada en 1781, estudio que completó más tarde con unas Memorias en 1814, pero este autor no describió ni recorrió más que la vertiente francesa y no entró en la Navarra española.

Desde esa época hasta mediados del siglo XIX, muchos son los autores nacionales y extranjeros que han tratado de los Pirineos, pero ninguno de ellos recorrió la región Navarra, y si lo hizo, nada dejó escrito sobre ella, pues se refieren todos los trabajos conocidos hasta entonces a la zona pirenaica oriental.

Fué el ilustre Mr. de Verneuil, a quien tanto debe la ciencia geológica española, quien comenzó a estudiar esta región.

De Verneuil empieza sus expediciones geológicas por España hacia el año 1849, en que recorre la zona de Santander y Bilbao y publica en 1852 una nota sobre el Cretáceo, dando a conocer su existencia en el Alto Aragón, Provincias Vascongadas y Navarra.

En 1860, en colaboración con Collomb y Triger, da a luz su interesante trabajo «Note sur une partie du pays basque espagnol» al que acompaña el primer mapa geológico de la región citada, que com-

prende una parte del territorio navarro. El itinerario que siguieron los autores en esta provincia fué Genevilla, Puerto de Cabredo, Aguilár, Estella, Zabál, Ugar, Lerate, Arzoz, Sierra de Salinas, Echauri, Pamplona, y reconocida la parte occidental de la banda numulífica sub-pirenaica, que era el objeto principal de su viaje, regresaron a Vitoria por Erice, Irurzun, Huarte-Araquil, Venta de Zumbel, Estella, Larrión, Artabia, Venta de Barindano, San Martín, Eulate y Larrana; no pasaron, por tanto, por la zona tafallésa.

El año 1865, el Ingeniero de Minas D. Amalio Maestre comenzó el estudio geológico de Navarra, pero la muerte le sorprendió sin terminarlo y sólo dejó un bosquejo de la provincia, sin memoria explicativa, que se conservaba inédito, según Mallada, entre las colecciones de la Comisión del Mapa geológico, bosquejo que no nos ha sido dado encontrar.

En 1869, de Verneuil y Collomb publicaron el primer mapa geológico de España, en el que aparece ya toda la provincia, manchándose como miocena la superficie que abarca esta Hoja.

En 1881, Mr. Carez, que tanto se ha distinguido después en el estudio de los Pirineos, publicó su «Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne», también acompañado de un mapa que comprende parte de la provincia de Navarra. Este trabajo fué el resultado de tres viajes por España en los dos últimos de los cuales cruzó Navarra, en el segundo, de poniente a levante entrando por las Amescoas y pasando por Estella, Pamplona y Sangüesa, y en el tercero, en sentido contrario, entró por Lumbier, pasó por Pamplona y siguió a Vitoria por la Barranca. Debió ser rápido entonces su paso por la provincia, pues en su obra sólo trae al ocuparse del Cretáceo, un corte incompleto de Estella a Santa Cruz de Campezo (pág. 120) y otro de Alsua a Pamplona (pág. 136) que tiene poco interés por ajustarse casi todo a la dirección de los estratos, y respecto al Terciario navarro (págs. 234 y 235) trae sólo un pequeño corte de Bigüezal a Lumbier. Como se deduce del resumen expuesto, tampoco este autor recorrió entonces la zona de Tafalla.

En el mismo año 1881, M. Stuart Mentsath publicó el 4 de marzo su nota «Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipúzcoa et du Labourd», trabajo muy interesante, pero en el que se estudia solamente la zona septentrional de la provincia sin llegar, desde luego, a la comarca que comprende la Hoja.

En 1882, se publicó el primer estudio de conjunto de Navarra, debido al insigne D. Lucas Mallada, que lleva por título «Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra», resultado de dos expediciones sobrado azarosas por la región, según indica su autor, y como avance después de su visita general, por temor de que nuevas dilaciones o dificultades imprevistas retrasaran el conocimiento elemental de esta parte de España. Acompaña a este trabajo un mapa geológico en bosquejo de toda Navarra, en el cual el terreno repre-

sentado en la Hoja de Tafalla aparece como Eoceno marino en su zona Norte y Este y como Mioceno en el resto, excepción hecha del Cuaternario de los aluviones del Arga.

En 1896, D. Pedro Palacios comenzó el estudio de esta provincia cuyos resultados fueron publicados en años posteriores.

En 1904, D. Ramón Adán de Yarza, con ocasión de las fiestas de la Tradición del Pueblo, en San Sebastián, pronunció una conferencia sobre «El país vasco en las edades geológicas», síntesis de la evolución paleogeográfica de la región que alcanza a la provincia de Navarra, posteriormente publicada en el Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España en 1906.

Durante los años 1909 a 1910, Mr. Carez, después de terminada su magna obra sobre los Pirineos franceses, volvió a España con objeto de comprobar si podían extenderse a esta vertiente las conclusiones de conjunto que dedujo de sus estudios en Francia y en el último de estos años presentó a la Sociedad Geológica de Francia su nota «Sur quelques points de la géologie du Nord de l'Aragón et de la Navarre», nota que aunque directamente no se relaciona con el terreno comprendido en la Hoja de Tafalla, tiene interés para su estudio.

En 1912, publica este geólogo en las Memorias de la Sociedad Geológica de Francia su «Resumé de la géologie des Pyrénées Françaises», en donde vienen descritos algunos pliegues anticlinales y sinclinales de Navarra, entre ellos el de la Sierra de Alaiz, cuyo extremo occidental penetra en la Hoja.

En el mismo año, el Catedrático de la Universidad de Madrid, don Eduardo Hernández-Pacheco, publicó su «Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica», trabajo que afecta al estudio de la provincia de Navarra.

En 1914, editó el Instituto Geológico el plano geológico de la provincia, trazado por D. Pedro Palacios como consecuencia de los trabajos que ejecutó con anterioridad, y en 1919 publicó la misma entidad este plano con la memoria «Los terrenos mesozoicos de Navarra», del mismo ilustre autor, que hasta ahora es el trabajos más concienzudo que existe, en cuanto a estratigrafía de esta serie en la región, pero en ella, como ya el título indica, no trata de los terrenos primarios ni de los terciarios, aunque modifica en su plano, sin indicar el motivo, el trazado de los límites de estos últimos que figuraba en el bosquejo de Mallada y en el plano geológico de España fundado en aquél (1).

(1) Observando las variaciones introducidas, se comprende que el motivo debió ser el considerar las capas de pudingas base del Mioceno. Comprueba esta apreciación el que en la página 49, al tratar de la mancha triásica de Estella, dice: «En una gran parte de su contorno la limitan los conglomerados de la base del terreno mioceno».

En 1919, el Profesor A. Born publicó en Alemania un trabajo titulado «Das Ebrobecken», pero sus conclusiones respecto a la zona navarra están fundadas en la obra de Mallada, pues el autor indica que no ha recorrido personalmente la región y señala en su obra que el Oligoceno es marino al Oeste de Pamplona, lo que sólo es exacto para la provincia de Santander, pues en las de Álava y Burgos continúa siendo lacustre.

En Francia, durante los años 1924 y 1925, se publicaron algunas notas acerca de la geología de esta provincia, relativas a la cuenca del Bidasoa y debidas a Mr. Pierre Lamare, que también presentó sus trabajos concernientes al mismo asunto en el Congreso Geológico de Madrid en 1926, al que siguió otra nota «Sur le morphologie et la structure géologique la Sierra de Aralar (Navarra)» en 1927.

Todos los estudios indicados, excepción hecha de la síntesis de Hernández-Pacheco, los últimos trabajos de Carez y las notas de Lamare, se refieren exclusivamente a la estratigrafía de la región sin abordar los problemas tectónicos de la misma, que tanto interés presentan hoy en día para la investigación de cuencas petrolíferas y potásicas.

### III

## GEOGRAFÍA FÍSICA

**Orografía.**—Sintetizando, se observan en el relieve de esta Hoja dos direcciones orográficas principales, direcciones que vienen a ser casi ortogonales entre sí, una que se arrumba aproximadamente de Este a Oeste y que tiene como causa determinante la dirección de los pliegues y otra orientada de Norte a Sur, debida principalmente a la denudación.

A ellas se ajustan las dos sierras principales, cuyas cumbres alcanzan cotas superiores a 700 metros, y las cuerdas y serrezuelas secundarias que no llegan a esa altura.

A pesar de hallarse en su mayor parte fuera del perímetro de la Hoja, en la que sólo penetra su extremo occidental, la Sierra principal y la que más interés presenta en ella, no sólo por alcanzar las mayores alturas sino también por su importancia tectónica, es la conocida con el nombre de Sierra de Alaiz, que obedece a la primera dirección indicada.

Forma el extremo oriental de esta Sierra la típica montaña llamada Higa de Monreal (1.300 metros) situada al NE. y fuera de la extensión representada, penetra en la Hoja cruzando el tercio oriental de su borde Norte con cotas próximas a 1.000 metros, siendo la característica peña que corona el pueblo de Unzué (990 metros) uno de sus puntos culminantes y termina unos tres kilómetros a Poniente, hundiéndose a causa del buzamiento occidental de sus estratos en el puerto del Carrascal (580 metros), lugar de paso de la carretera y el ferrocarril de Tafalla a Pamplona y entrada natural de las invasiones que desde la línea del Ebro se han dirigido sobre esta antigua e histórica ciudad, llave y baluarte del Pirineo occidental.

Sigue en importancia, por su relieve, a esta sierra, la cadena deno-

minada montañas de Orba, que constituyen la divisoria de aguas entre el río Aragón y su tributario el Zidacos. Comienza al Norte en las cumbres de la anterior con alturas de 990 metros, y sus cimas, que siguen el borde oriental de la Hoja, alineadas aproximadamente de Norte a Sur, van descendiendo nuevamente hasta el límite meridional de la misma, al SE. de la villa de San Martín de Unx, a donde llegan con cotas próximas de 700 metros.

Estas montañas derraman hacia poniente dos estribaciones; una que arranca de su parte media y remata en la ermita de San Pelay (958 metros), lugar que es el mejor miradero para poder contemplar la extensión del terreno que abarca la Hoja y elemento orográfico que separa las cuencas de los dos afluentes principales que el Zidacos recibe por su margen izquierda al Norte de Tafalla; el Leoz y el que desemboca enfrente de Pueyo.

La otra estribación se desgaja al Sur de Olleta y viene a terminar en los altos de Anguivala, a levante de Tafalla, con 787 metros de cota.

Las demás cadenas orográficas de la Hoja son ya serrezuelas secundarias, con relieve de mucha menor importancia, pues sus cumbres sobresalen, a lo más, 200 metros de los valles laterales.

A poniente del Puerto del Carrascal, y casi en prolongación de la Sierra de Alaiz, se alzan dos cerros cuyas cimas alcanzan cotas próximas a 700 metros; el de San Martín de Añorbe y el de la ermita de San Esteban, situado al Sur del anterior.

Del primero arranca hacia poniente, siguiendo el borde Norte de la Hoja, una línea de alturas que interrumpe el río Arga al Sur de Puente la Reina, y el segundo puede considerarse como origen de dos serretas; la primera, paralela a la anterior de Este a Oeste obedeciendo a la dirección de los estratos, va descendiendo paulatinamente desde la cota 700 hasta la de 400 cerca de Mendigorriá, y después de bajar hasta dar paso al Arga, que bordea dicha villa, vuelve a elevarse en la otra orilla y continúa ya fuera de la Hoja hasta la cumbre de Montesquinza, y la segunda que en dirección Norte a Sur forma la divisoria de aguas entre el Zidacos y el Arga.

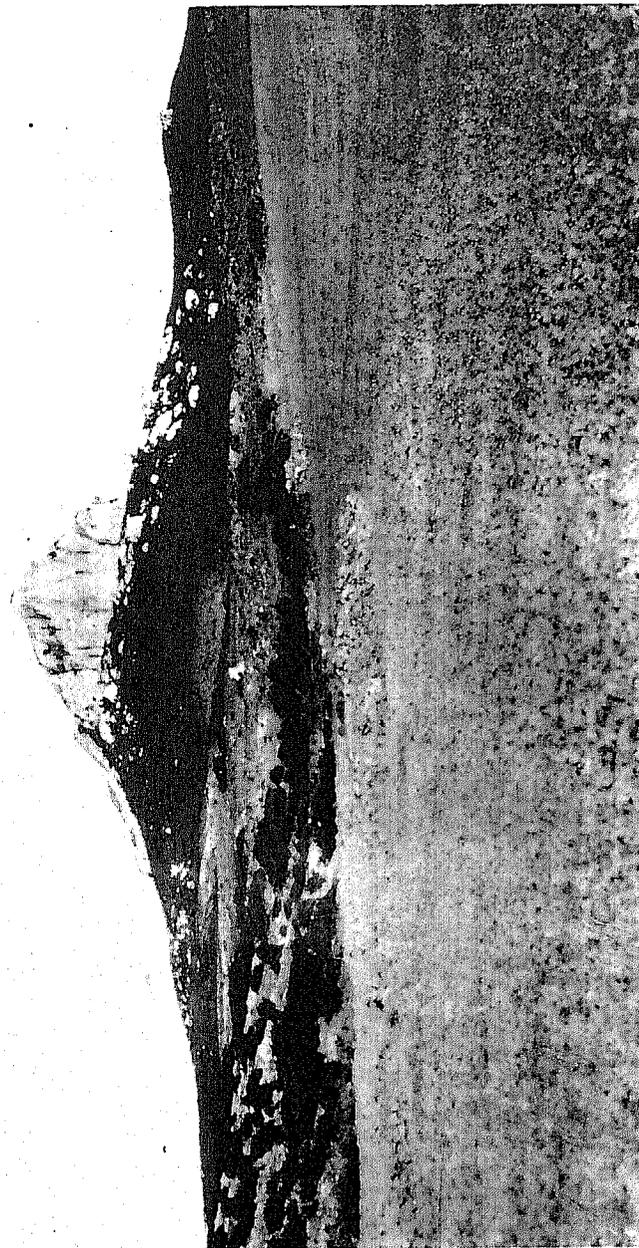
A la altura de Tafalla, esta última es cruzada por otra paralela a la anterior que principia en los altos de Valdeferrer y termina en el Arga, y en cuya prolongación se alza, en la otra orilla del río, el cerro de Larraga.

Sobre una colina situada en el centro del cuadrilátero formado por estas tres serrezuelas y el río Arga, se alza la típica silueta medieval de la villa de Artajona.

Por la vertiente meridional de la serreta de Valdeferrer, va la carretera de Tafalla a Estella, bordeada al Sur por otra línea de alturas paralela a la anterior, pero ya con cotas inferiores a 400 metros, que sigue el eje del anticlinal de Tafalla.

La horizontalidad que al Sur de esta línea toman los estratos y la

TAFALLA



Fot. 1 — Peña de Unzué vista desde el Sur.

existencia de algunas terrazas se refleja en la topografía bajo la forma de muelas, mesetas y llanuras.

**Hidrografía.**—Dos son los ríos principales que cruzan el territorio representado en la Hoja, los dos descienden en dirección de Norte a Sur. En la parte oriental el Zidacos, cuyo nacimiento y cuenca superior quedan dentro de ella, y en la occidental el Arga cuyo valle inferior le cruza formando el río algunos ensanches que siguen el límite occidental de la misma, por lo que sólo abarca la vertiente oriental de su cuenca correspondiente a este trozo.

La divisoria de aguas de ambos ríos, viene a seguir el eje medio de la Hoja.

El Zidacos nace en las proximidades de Mendivil, a una altura de 530 metros sobre el nivel del mar y está formado por la unión de varios arroyos que descienden del puerto de Carrascal, de Unzué y de Echagüe, a los cuales, unidos, se junta el barranco Mairaga.

Tiene un recorrido de unos 16 kilómetros dentro de la Hoja y sale de ella a los 400 metros de altura, teniendo, por tanto, una pendiente media de ocho por mil aproximadamente.

A sus orillas se hallan los poblados de Mendivil, Barasoain, Garinoain, Sansonain, Pueyo y Tafalla, y contornean su curso la carretera y el ferrocarril de Pamplona a Castejón.

La vertiente oriental de su cuenca, tiene una anchura doble que la occidental; sigue, pues, un valle disimétrico, y como la formación geológica de ambas orillas es la misma, esta disimetría debe atribuirse a la orientación que presenta con relación a los vientos lluviosos, unido a que los afluentes del Arga, con nivel de base inferior a sus opuestos del Zidacos, van conquistando la vertiente occidental de éste.

Por tanto, recibe los principales afluentes por la margen izquierda, son éstos el río Leoz, que se le une debajo de Sansonain y el que desciende de Olleta, que lo hace enfrente de Pueyo. Por su orilla derecha, los principales son el barranco Basaux al Norte de Barasoain y el arroyo de la Majada, al Norte de Pueyo, los dos en dirección Noroeste-Sureste.

El caudal de este río a su paso por Tafalla, es constante, aunque pequeño en invierno, pero en verano se seca, agotado por el riego de las huertas que atraviesa su curso.

El Arga es uno de los principales ríos de Navarra.

«Ega, Arga y Aragón  
hacen al Ebro varón»

dice un antiguo adagio.

Nace este río en la mole de los Alduides, en la divisoria pirenaica, tiene unos 150 kilómetros de recorrido hasta su unión con el Aragón y el trozo representado en la Hoja pertenece ya a la parte baja de su curso.

Cruza la Hoja siguiendo su borde occidental y en la misma dirección que el Zidacos, pero a un nivel mucho más bajo, pues entra en ella por la cota 335 y sale por la 300 con un recorrido aproximado a 28 kilómetros; por tanto, con una pendiente media de 1 por 1.000.

Los meandros que forma, debidos a la poca pendiente de su cauce, dan a este río dentro de la Hoja el aspecto de hallarse en un período de madurez ya avanzado.

Cerca de Mendigorria recibe por su margen derecha al río Salado y por la izquierda el arroyo Nequeas, al que se une otro arroyo también Salado. Todos éstos siguen las margas rojas yesosas y saladas, que por su coloración han dado nombre a la villa de Mendigorria (Monte Rojo).

El caudal suele ser en estiaje de unos cuatro metros cúbicos por segundo, pero a veces, en las crecidas, pasa de 650 metros cúbicos.



Fot. 2 — Vista general del accidente tectónico de la Sierra de Alaiz, tomada desde el interior de la misma.

#### IV

### TECTÓNICA

---

Los accidentes tectónicos representados en la Hoja, siguen la ley general que se observa en toda Navarra, van simplificándose de Norte a Sur según se alejan de los Pirineos.

En una estrecha faja al Norte se presentan algo complicados, quedando reducidos en el resto de la Hoja a un sencillo pliegue sinclinal cuyo eje pasa al Norte de la villa de Artajona y uno anticlinal al Sur, que pasa próximo a Tafalla.

Si se atiende a las causas de su formación, estos accidentes pueden agruparse en dos clases: unos originados exclusivamente por las fuerzas de contracción terrestre, que se traducen en movimientos tangenciales que producen pliegues, fallas y recubrimientos, y otros que, aunque iniciados por estas fuerzas, al cesar ellas han proseguido y parecen proseguir en la actualidad, probablemente merced a los empujes y dislocaciones características de los mantos de sal subterráneos, puestos en movimiento por aquéllas.

A la primera clase pertenece la cobijadura de Unzué-Monreal, en la Sierra de Alaiz, y a la segunda la falla con eczema Olcoz-Salinas de Tirapu-Salinas de Obanos, en la faja Norte, y probablemente el anticlinal de Tafalla en la Sur.

**SIERRA DE ALAIZ.**—El accidente tectónico a que hemos dado el nombre de cobijadura Unzué-Monreal, no está comprendido en su totalidad en la Hoja, sino que solamente penetra en ella su extremo occidental.

Consiste en un braquianticlinal de unos diez kilómetros de longitud por tres de anchura (hacia la cota 600, falda de la Sierra) cuyo eje lleva una dirección E. 15° N. a O. 15° S. Este anticlinal debió for-

marse al final del Eoceno, como consecuencia del principal movimiento pirenaico; otro movimiento posterior, que parece haber actuado al final del Oligoceno, le ha roto, rasgando las calizas numulíticas que formaban su cubierta y ha producido la cobijadura del flanco Sur del anticlinal por debajo del del Norte, en sus ocho décimas partes orientales, habiendo resistido su extremo occidental, probablemente por su dirección contraria al empuje. La zona de tránsito entre esta parte que ha resistido y la cobijada, es la comprendida entre la primera falla, que pasa por las canteras situadas al pie del cerro que corona la ermita de San Bernabé, y la Peña de Unzué limitada al Este por la falla más oriental, que es donde comienza la cobijadura.

Entre estas fallas extremas se perciben otras intermedias; dos en la garganta que da paso al arroyo Ariusia y otras dos entre éstas y la Peña de Unzué.

El buzamiento de las calizas eocenas de este flanco Sur, que forman la corteza del anticlinal, entre cada dos fallas consecutivas va aumentando, según se marcha hacia Oriente, pasa por la vertical entre el arroyo Ariusia y la Peña de Unzué, en cuyo lugar buzan ya claramente al Norte, y una vez conseguido esto, resbalan las citadas calizas a lo largo de la última falla y se cobijan por debajo del flanco opuesto.

La bóveda del anticlinal en su extremo occidental, afectada por estos movimientos, se ha hundido, y la denudación ha dejado al descubierto el *substratum* cretáceo que formaba el núcleo del primitivo anticlinal cretáceo que aflora ahora rodeado por todos los rumbos por las calizas eocenas, menos por el oriental en donde se halla limitado por la última falla que lo pone en contacto anormal con el Oligoceno.

La característica Peña de Unzué, vista por el Sur, no es más que la escarpa que en aquel lugar presenta el banco de calizas eocenas que, ya invertido, buza hacia el Norte, y el crestón calizo que forma cumbre del cerro situado al Sur de la Peña, es un trozo desprendido del banco anterior y caído sobre el Oligoceno.

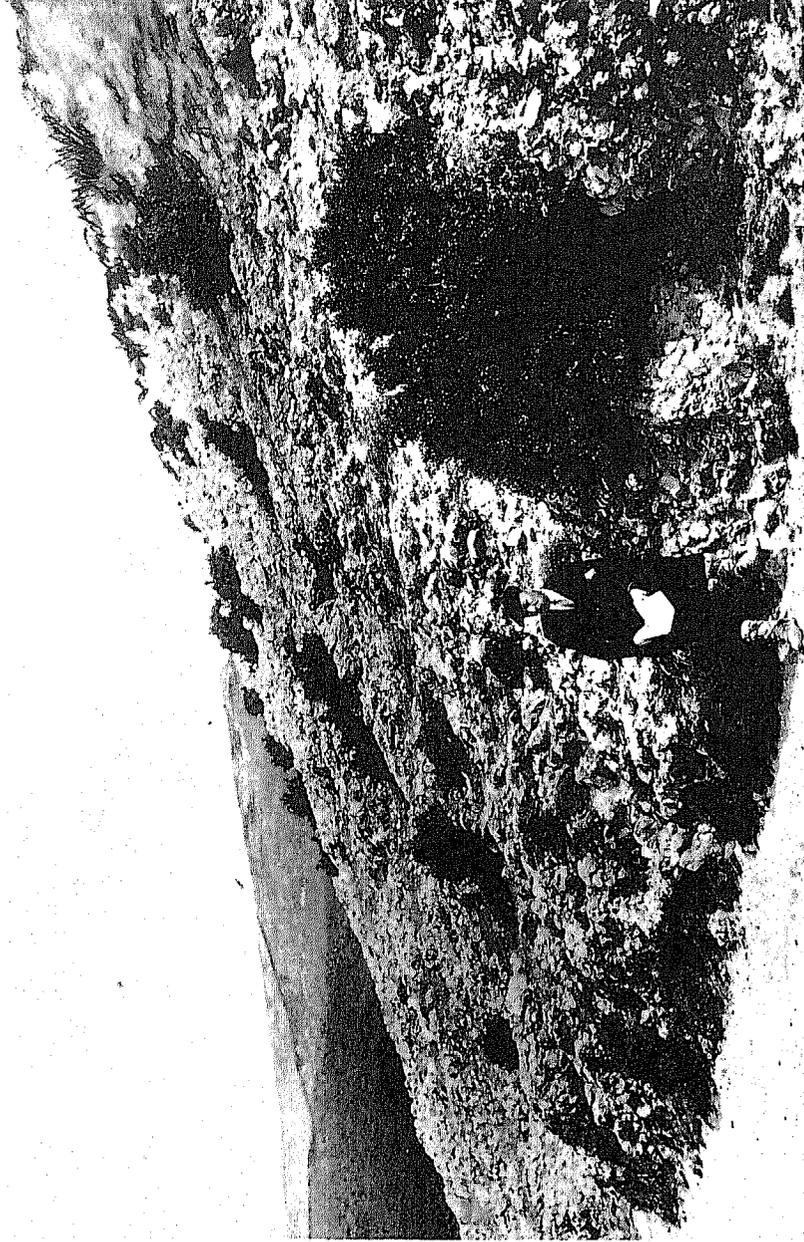
En el ensayo del mapa tectónico de los Pirineos que acompaña a la obra de Carez (7), la Sierra de Alaiz viene representada por el braquianticlinal XVIII.º y en el texto se describe como formado «por una cresta de Luteciense y un afloramiento de Trías (manantiales salados de Monreal)». Sin duda, este distinguido geólogo no recorrió la vertiente Sur de la Sierra e ignoraba, por tanto, como todos, la existencia del afloramiento cretáceo que ha sido descubierto al efectuar los trabajos correspondientes a esta Hoja. En el mismo mapa citado aparece en prolongación de este accidente tectónico otro braquianticlinal, el de la Sierra de Leire, XIX.º, que se extiende desde Lumbier hasta Aragón. En él afloran también como en Alaiz, las capas lutecienses y algo de Cretáceo superior en medio del Bartoniense, y Ca-

TAFALLA

Hoja n.º 173



Fot. 3 — Fallas de las calizas numulíticas en la garganta por donde sale el arroyo Ariusia.



Fot. 4 — Brecha de fricción en una de las fallas de las calizas numulíticas de Unzué.

rez lo describe diciendo que «en su parte media es un pliegue falla con ligero cabalgamiento hacia el Sur». Su dirección es Oeste-Este algunos grados al Sur.

Esta descripción nos prueba la identidad de estructura de esta Sierra con la de Alaiz, e indica la unidad tectónica de la línea que desde Alloz, siguiendo aproximadamente el río Salado, continúa por los manantiales salinos de Obanos, Tirapu, Sierra de Alaiz, Salinas de Monreal, Lumbier y Sierra de Leire, para entrar en Aragón por los manantiales termales de Tiermas.

Al designar el accidente tectónico de la Sierra de Alaiz, no hemos empleado la palabra cabalgamiento, que emplea Carez en el de la de Leire, sino la de cobijadura, porque aunque en realidad todo es relativo, nos parece más apropiada a nuestro caso, pues a juzgar por su estructura, parece que el flanco resistente del anticlinal ha sido el del Norte, y el que ha efectuado el movimiento de avance, una vez roto, ha sido el del Sur, obedeciendo a un empuje de Sur a Norte.

FALLA CON ECZEMA OLCOZ-SALINAS DE TIRAPU-SALINAS DE OBANOS. Este accidente viene señalado por una faja de margas con yesos, jalonada por manantiales salinos, que comienza al pie del poblado de Olcoz, alrededor del cual, como centro, las capas de molasas se presentan casi verticales y formando un semicírculo por el Este, como si hubieran sido levantadas obedeciendo a un empuje motivado por la salida al exterior de las capas de margas con yesos a poniente de esta curva. Continúa por los manantiales salados de Tirapu, los de Obanos y, pasando por entre Mendigorriá y Puente la Reina, sigue este accidente tectónico fuera de la Hoja por el río Salado, al Sur de Mañeru y Cirauqui, para terminar en el manchón ofítico de Alloz.

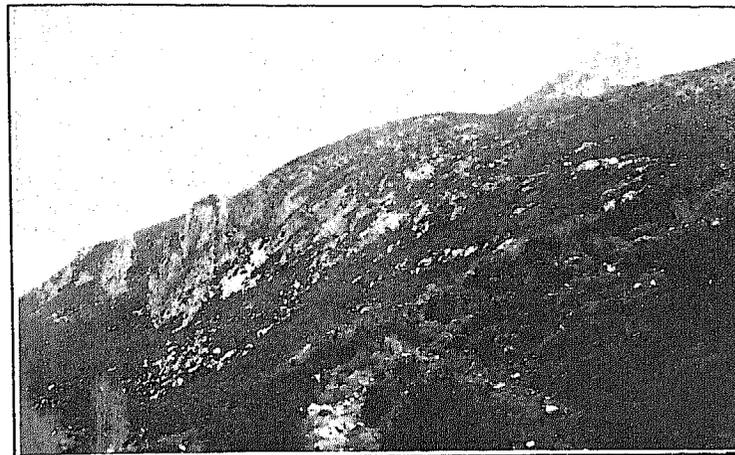
Al Norte de esta línea de rotura, los estratos del Oligoceno se presentan con buzamiento suave hacia el S.-SO. y al Sur de ella aparecen muy levantados, aunque con buzamiento al mismo rumbo, también como si hubieran obedecido a un empuje inferior motivado por la salida al exterior de las capas con yesos a lo largo de la rotura.

El pequeño macizo formado por el cerro de San Martín de Añorbe y Monte Mocha, presenta en las partes altas algunos bancos de puddingas, las cuales conservan el suave buzamiento hacia el S.-SO. que tienen las de las vertientes meridionales de la Sierra del Perdón y parecen ser las mismas que vuelven a aflorar, y en este caso han debido ser también levantadas en masa, verticalmente, por el mismo empuje de las capas de yesos inferiores que asoman en su falda, al lado de las salinas de Tirapu.

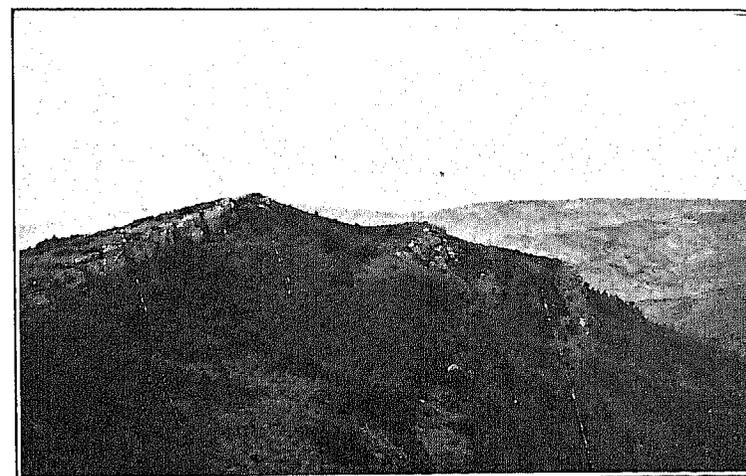
El movimiento que ha producido este accidente parece proseguir en la actualidad, pues varios vecinos de Biurrum, pueblo situado al Norte de Olcoz, fuera ya de la Hoja, afirman que detalles topográficos de este último punto, que hace unos años se percibían claramente desde aquel pueblo, ya no se ven hoy en día, pues los ocultan las

alturas intermedias, lo cual tiene que ser debido, o a la elevación de éstas o al descenso de aquéllas, lo que puede explicarse, bien por el aumento de volumen de la anhidrita al pasar a yeso, o por la desaparición de la sal por solubilidad, o, según las teorías más modernas, por movimientos característicos que toman los mantos de sal subterráneos puestos en movimiento por las fuerzas tectónicas, debidos a la plasticidad de la sal.

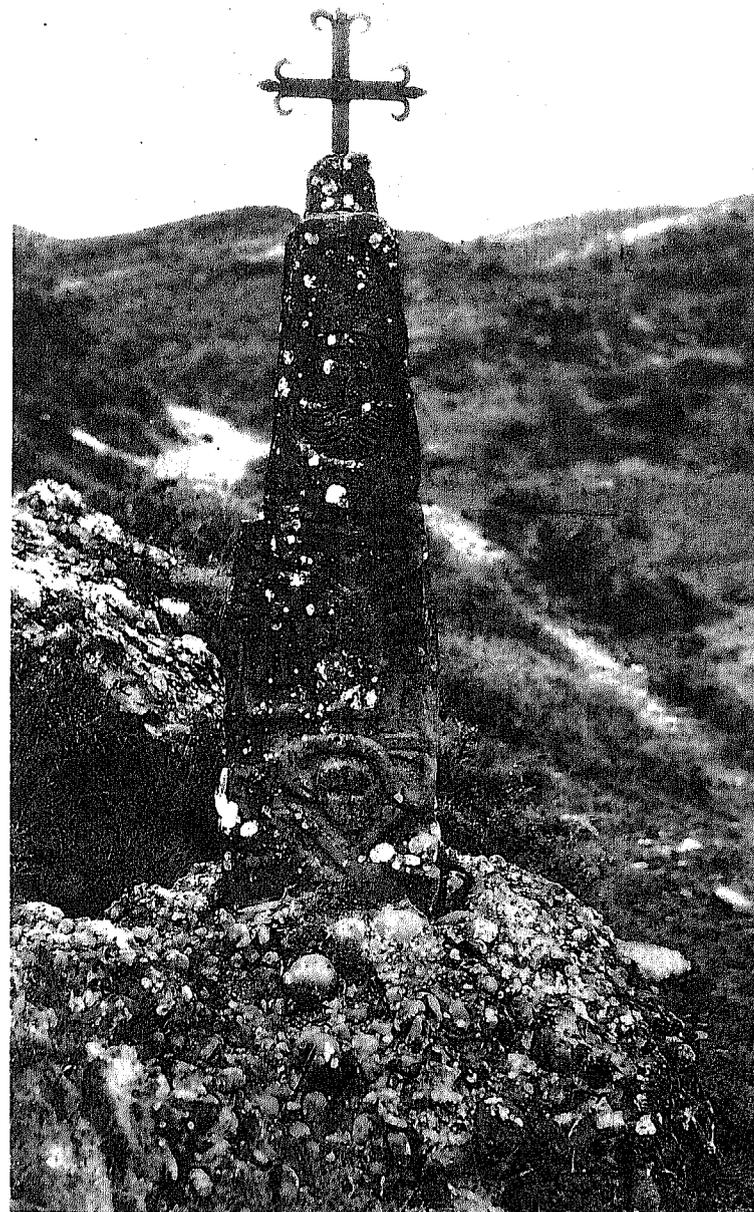
**ANTICLINAL DE TAFALLA.**—Este anticlinal, cuyo eje viene indicado en el plano, viene también señalado por una faja de margas con yesos, y aunque en este accidente no se han observado movimientos recientes, como en el anterior, ni existen manantiales salinos, es posible que en profundidad tenga también un núcleo de sal y sea debido a los mismos fenómenos.



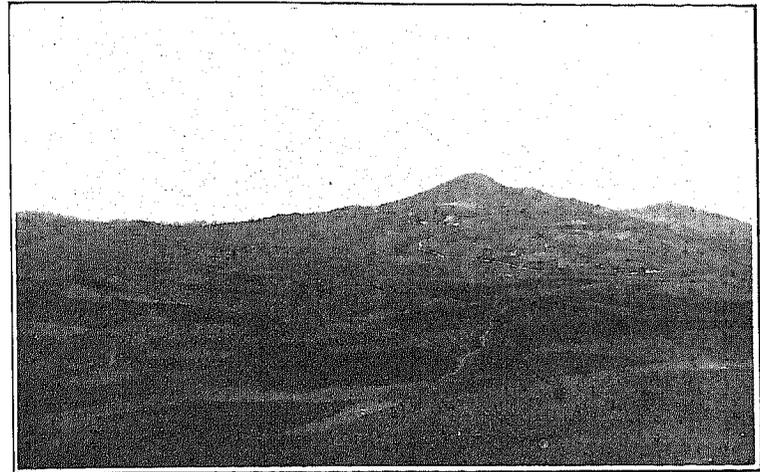
FOT. 5—Crestones verticales de caliza, entre el arroyo Arlusia y la Peña de Unzué.



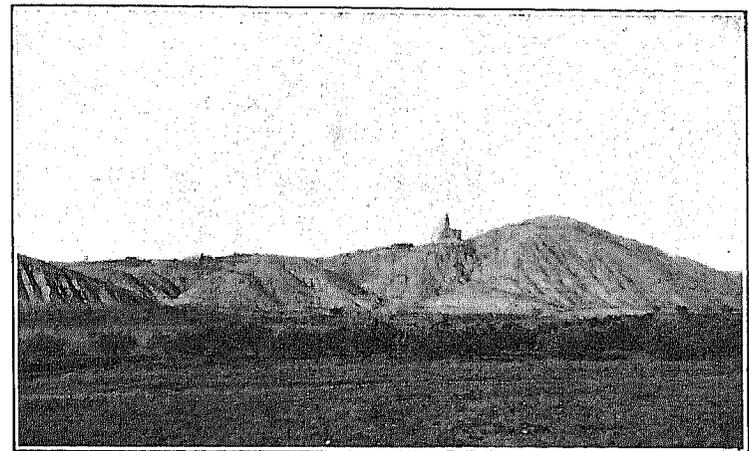
FOT. 6.—Capas de pudingas de San Pelay.



Fot. 7 -- Cruz de Olleta sobre un banco de pudingas.



FOT. 8.—San Martín de Añorbe.



FOT. 9.—Larraza. Rama Norte del anticlinal de Tafalla.

## ESTRATIGRAFÍA

---

Los terrenos representados en la Hoja pertenecen a las formaciones cretácea, eocena, oligocena y cuaternaria.

### Sistema Cretáceo

Viene representado por los tramos Senonense y Danés, que afloran al NO. de la Hoja en un pequeño isleo rodeado por calizas eocenas, menos por el Este que linda con el Oligoceno.

El Senonense se compone de margas grises y calizas arcillosas, predominando las margas, es bastante fosilífero, encontrándose, entre otros, abundantes ejemplares de *Ananchytes ovata* Lamk., fósil considerado como característico de este tramo.

Se apoya sobre estos depósitos, sin discordancia de estratificación, una formación detrítica compuesta de areniscas amarillentas y calizas sabulosas, que por su composición litológica y posición estratigráfica hemos referido al tramo Danés, atendiendo a que sus caracteres coinciden con los descritos por Adán de Yarza en la vecina provincia de Álava y por Palacios en esta de Navarra, como peculiares de este tramo.

Sólo hemos encontrado en estos depósitos algunos ejemplares de *Cyclolites* y *Ostreas*, que no son suficientes, desde luego, para precisar el tramo, pero sí hemos comprobado la existencia del conglomerado de guijarrillos cuarzosos, que cita Palacios como nivel característico y muy constante en el Danés navarro.

### Sistema Eoceno

Rodeando en una gran parte el isleo anterior, aparece una mancha eocena constituida por calizas numulíticas con abundantes ejemplares, clasificados por el Doctor en ciencias Sr. Gómez Lluoca, como *Numulites aturicus* y *Rouaulti*, asociación micro y macrosférica, que en el Pirineo navarro caracteriza al tramo Luteciense inferior. Estas calizas forman la cubierta de la Sierra de Alaiz, cuyo extremo Suroeste penetra en la Hoja en la forma ya indicada, al describir el accidente tectónico de la cobijadura de Unzué.

### Sistema Oligoceno

Se ha incluido en este sistema una formación que ocupa casi toda la extensión de la Hoja y que consiste en molasas y margas sabulosas pardo-amarillentas, rojo-parduscas y agrisadas, entre las que vienen intercalados en la parte media de la formación algunos bancos de conglomerados poligénicos formados de cantos rodados, entre los que abundan los de caliza numulítica, cimentados por una arena margosa de color pardo-amarillento o rojizo.

Estas rocas, por la mayor dureza que presentan a los agentes exteriores, forman a veces cordales que destacan sobre los perfiles más suaves de los terrenos constituidos por las otras rocas de más fácil descomposición.

Los bancos de pudingas, que a juicio de Mallada marcan el eje de este sistema, penetran en la Hoja por su zona SO., apareciendo en el puerto situado entre San Martín de Unx y Lerga, en prolongación de la Sierra de Gallipienzo, desaparecen entre este punto y Olleta, desde cuyo lugar pueden seguirse sus afloramientos que describen una curva en la cuenca alta del arroyo Artadia, continúan después por la montaña de San Pelay, en donde adquieren gran desarrollo y pueden contarse hasta trece bancos de pudingas, y siguen hasta los altos situados a poniente de Mendivil, en cuyo sitio desaparecen otra vez para volver a asomar más al Norte, aislados, en la cumbre del cerro de San Martín de Añorbe.

Buzan estos bancos con poca inclinación hacia el tercer cuadrante, desde Mendivil hasta más allá de San Pelay, y entre este lugar y Olleta, va cambiando su buzamiento al aflorar el eje del sinclinal que pasa por Barasoain.

Como es natural, dadas las condiciones de su génesis, en los bancos de pudingas no se encuentran fósiles que determinen su edad, sino solamente los *numulites* contenidos en los cantos, que prueban ser posteriores al Luteciense, y como escasean también mucho en las otras capas intermedias de depósito más tranquilo, no es fácil fijar con precisión el sistema a que pertenecen.



Fot. 10 — Numulites aturicus y Rouaulti de las calizas lutecienses de la Sierra de Alaiz.

Bordeando la cordillera de los Pirineos, se encuentran en muchos lugares pudingas semejantes a las citadas que han sido objeto de numerosos estudios desde que Palassou, con cuyo nombre han sido después designadas, las describió en 1819.

Estos estudios han puesto de manifiesto que no pueden, como se creía en un principio, considerarse como un nivel estratigráfico fijo.

Noulet, Pouech y d'Archiac determinaron su edad eocena superior en el Ariège (Pirineos orientales); posteriormente, Vidal y Deperet en Lérida, opinan que en dicha región deben considerarse como pertenecientes al Oligoceno inferior, y últimamente Douvillé, en la zona de Pau, ha coincidido con la opinión anteriormente sustentada por Stuart Menteath, situando las allí existentes en el Mioceno y proponiendo para ellas el nombre de Pudingas de Jurançon, para diferenciarlas de las verdaderas pudingas de Palassou, del Eoceno superior.

Por otra parte, es natural que así suceda, porque la formación de pudingas indica un clima diluvial en el período siguiente a un movimiento tectónico, que en nuestro caso es el levantamiento pirenaico que comienza al fin del Eoceno, y como éste no ha podido ser instantáneo a todo lo largo de la cordillera, las diferencias cronológicas del depósito de aquéllas vienen a señalar el proceso y distintas etapas de la marcha del fenómeno, pudiendo, en los lugares en que ha habido varios movimientos sucesivos, repetirse esta formación en distintos niveles.

Mallada, que describió minuciosamente los conglomerados terciarios de Huesca y Navarra, considerándolos sincrónicos de las Pudingas de Palassou, al observar que entre sus bancos se intercalan lechos de calizas silíceas y margosas con moluscos de agua dulce (*limneas, planorbis, cyclostomas, melanias*, etc.) separó este tramo del Eoceno marino numulítico, llamándole Eoceno lacustre; posteriormente, una vez modificada la primitiva clasificación del Terciario hecha por Lyell, introduciendo el término de Oligoceno entre el Eoceno y Mioceno, el mismo autor, en su explicación del Mapa geológico de España, sitúa ya estos conglomerados en el Oligoceno, como Vidal en Lérida.

Palacios, aunque en su Memoria sobre «Los terrenos mesozoicos de Navarra» no se ocupa de los terrenos terciarios, en el mapa geológico que acompaña a dicho estudio modifica el trazado de éstos, hecho anteriormente por Mallada, y se observa que la modificación obedece a considerar los bancos de pudingas como base del sistema Mioceno, que es como figuran también en la Memoria geológica de Soria del mismo autor y en la de Logroño de Sánchez Lozano.

Aunque parece natural situar este tipo de rocas, que denota un movimiento tectónico anterior, como base de un sistema más que como tramo medio, considerando que para el depósito de estos materiales no es suficiente el movimiento, sino que es necesario también un régimen torrencial que ha podido desarrollarse mucho después de ter-

minado aquél, mas teniendo en cuenta que el clima de esta época, a juzgar por los depósitos y la flora es alternativo de lluvias y sequías y parece comenzar por éstas, y observando la concordancia angular que existe, en el caso que nos ocupa, entre las capas inferiores, bancos de pudingas intermedios y capas superiores, nos inclinamos más a considerarlos, con Mallada, formando parte del sistema Oligoceno que como base del mismo.

Desgraciadamente son muy escasos los documentos paleontológicos que hemos podido hallar en esta formación, pues se reducen a algunos *Planorbis* y una *Limnea* en mal estado de conservación y abundantes *oogonios de Chara*, encontrados en las calizas tabulares que afloran al SE. de Larraga, al lado de los yesos que forman el eje del anticlinal de Tafalla, en su extremo occidental.

El especialista en estas faunas, Sr. Rojo y Gómez, ha clasificado estos fósiles como:

*Coretus cornu cornu* (Brongniart); especie que va del Bartonense al Helveciense.

*Limnea acuminata euzelensis* (Fontannes); especie Sanoisiense.

Este último con alguna duda por el mal estado en que se encuentra.

Por tanto, mientras nuevos descubrimientos paleontológicos no lo contradigan, consideramos esta formación como perteneciente al Oligoceno inferior.

### Sistema Cuaternario

Los depósitos de este período bordean los cursos de los ríos y cubren las partes llanas.

El río Argá, por ser el más importante, es el que mayores masas aluviales ha aportado en el territorio representado en la Hoja.

Se encuentran aluviones antiguos formando una terraza de 25 ó 30 metros por encima de su cauce actual entre Puente la Reina y Mendigorria. Entre este último punto y Larraga se esparcen sobre su izquierda otros aluviones compuestos en su base de cascájo grueso, de conglomerados menudos en su parte media y de tierras amarillas y cenicientas en la superior. Otro depósito pedregoso cubre sobre su margen derecha una gran extensión entre Berbinzana y Miranda.

Entre Miranda y Tafalla, una ancha faja diluvial formando terraza cubre también una extensa zona, al Sur del anticlinal de Tafalla.

En la parte alta de la cuenca del Zidacos existe otra importante mancha diluvial cubriendo la llanada existente entre Unzué y Mendivil.

## VI

### PALEONTOLOGÍA

Los fósiles encontrados en el territorio de la Hoja han sido los siguientes:

SENONENSE . . . . .	<i>Ananchites ovata</i> , Lamk. <i>Cidaris subvasiculosa</i> , d'Orb. <i>Micraster coranguinum</i> , Agass. — <i>corlestudinarium</i> , Goldf. <i>Inoceramus Cripsii</i> , Goldf. <i>Spondilus spinosus</i> , Desh. — <i>royanus</i> , d'Orb. <i>Janira cuadricostata</i> , d'Orb. <i>Reliculipora ligeriensis</i> , d'Orb.
DANÉS . . . . .	Algunos ejemplares de <i>Cyclolites</i> y <i>Ostreas</i> de difícil determinación. Como ya se hace constar en el capítulo correspondiente, la fijación de este tramo se ha hecho más bien atendiendo a los caracteres litológicos y estratigráficos.
LUTECIENSE . . . . .	<i>Numulites atúricus</i> . — <i>Rouaulti</i> .
SANOISIENSE . . . . .	<i>Coretus cornu cornu</i> , Brongniart. <i>Limnea acuminata euzelensis</i> , Fontannes. <i>Oogonios de Chara</i> .

## VII

### HIDROLOGÍA

---

En el Cretáceo existe un nivel hidrológico importante, entre el Danés y las margas arcillosas del Senonense, el cual recoge también las aguas que circulan por las grietas de las calizas numulíticas. Este nivel es el que da origen al arroyo Arlusia, que se une al Zidacos al Norte de Mendivil.

En el Oligoceno existen fuentes de dos clases; unas de aguas freáticas que afloran al pie de las depresiones del terreno en dirección, a veces, opuesta al buzamiento de los estratos, y otras debidas a las infiltraciones que circulan por las molasas y afloran en sus contactos con las margas arcillosas; estas últimas van disminuyendo de importancia de Norte a Sur, según van estrechando los bancos de molasas y ensanchando los de margas.

---

## VIII

# EXPLORACIONES MINERAS

## Minas

No existe vigente hoy ninguna concesión minera en toda la extensión de la Hoja, pero en el Diccionario Geográfico de la Academia de la Historia, al hablar de Artajona, cita en dicho término unas minas de cobre, y efectivamente, revisando los índices del Distrito Minero se encuentran en el lugar de Gasteluzar, término de Artajona, denunciadas varias minas por los años 1902 y 1903, y canceladas poco después.

Se trata de unos yacimientos consistentes en impregnaciones de carbonato de cobre en una capa de molasas, que carecen de importancia industrial.

En el término de Olleta, aunque no se encuentra citada ninguna concesión minera, hay un barranco con el nombre de Arroyo de la Mina y en él existen minerales de análoga formación a la de Gasteluzar, siendo muy posible que pertenezcan a la misma capa que aflora en la otra rama del sinclinal.

También en el término de Los Arcos, fuera ya de la Hoja, han sido objeto de multitud de informes, unos yacimientos análogos a éstos.

El encontrarse todos ellos en un nivel constante, sobre una gran extensión sin rocas eruptivas, indicando una acción reductora y precipitante debida a sustancias vegetales, demuestra el origen sedimentario de los mismos.

Aunque estos minerales se encuentran oxidados o carbonatados, es por alteración superficial. Su forma primitiva es el sulfuro y por sus caracteres se trata de sedimentos cupríferos precipitados en lagunas concentradas, sobre materias orgánicas. En la misma forma suelen también encontrarse en terrenos análogos, como el Trías.

### Canteras

*Calizas.*—Se explotan varias canteras de calizas numulíticas en las vertientes de la Sierra de Alaiz, empleándose sus productos principalmente en la fabricación del azúcar de remolacha por su pureza en cal y ausencia de magnesia.

También se emplean estas calizas en los firmes de algunas carreteras.

*Yesos.*—También existen explotaciones de yesos, siguiendo las fajas en donde abunda esta substancia, de Olcoz a Mendigorriá, y en el anticlinal de Tafalla.

### Salinas

Se explotan dos manantiales salinos; el de Tirapu al pie del cerro de San Martín de Añorbe, y el de Obanos, más a poniente, sobre la misma línea tectónica.

Los análisis de las aguas de estos manantiales no han dado cantidad apreciable de potasa.

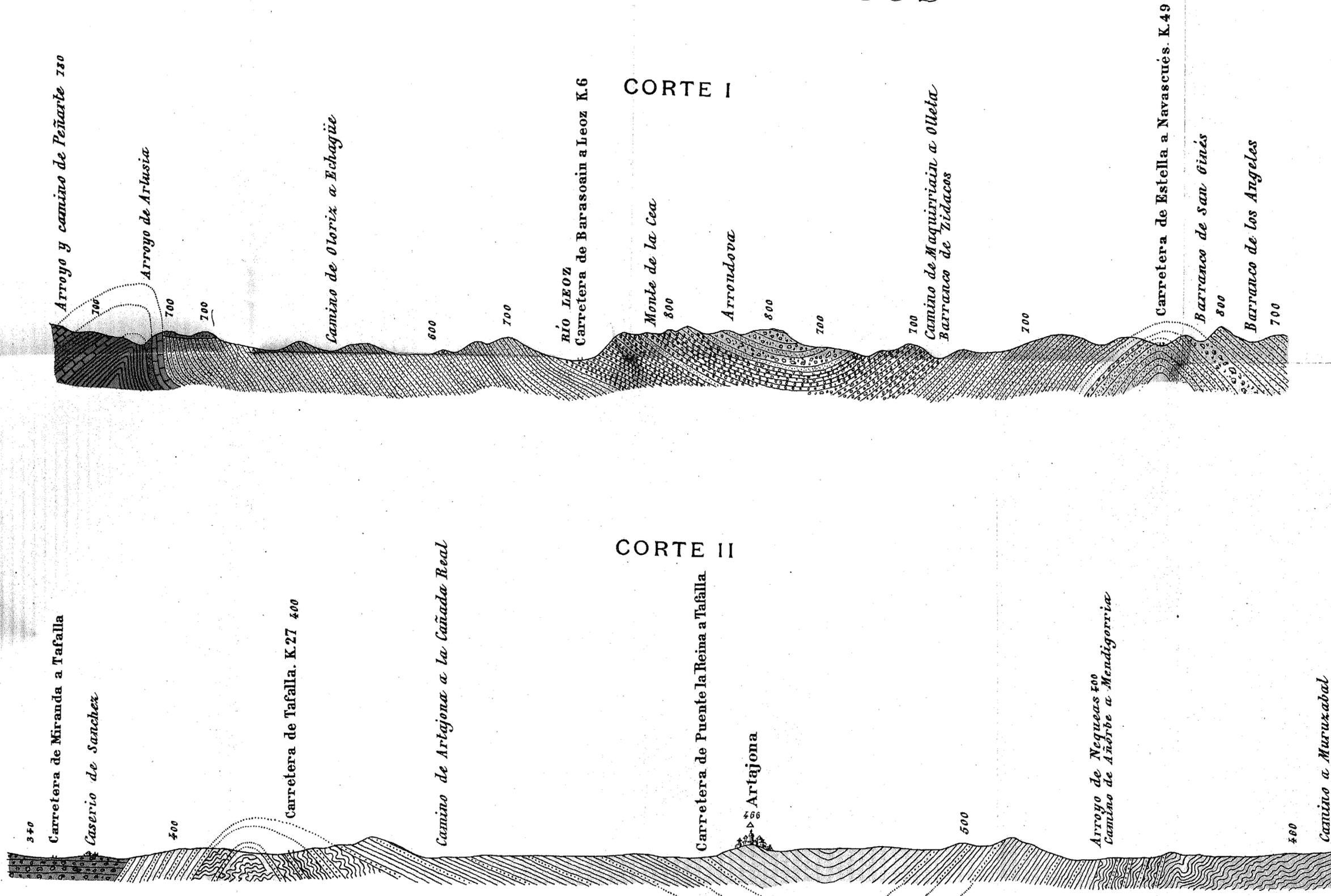
La explotación se hace durante los meses de verano, evaporando en balsas el agua procedente de los manantiales.

140	141	142
172	173	174
205	206	207

## TAFALLA

173

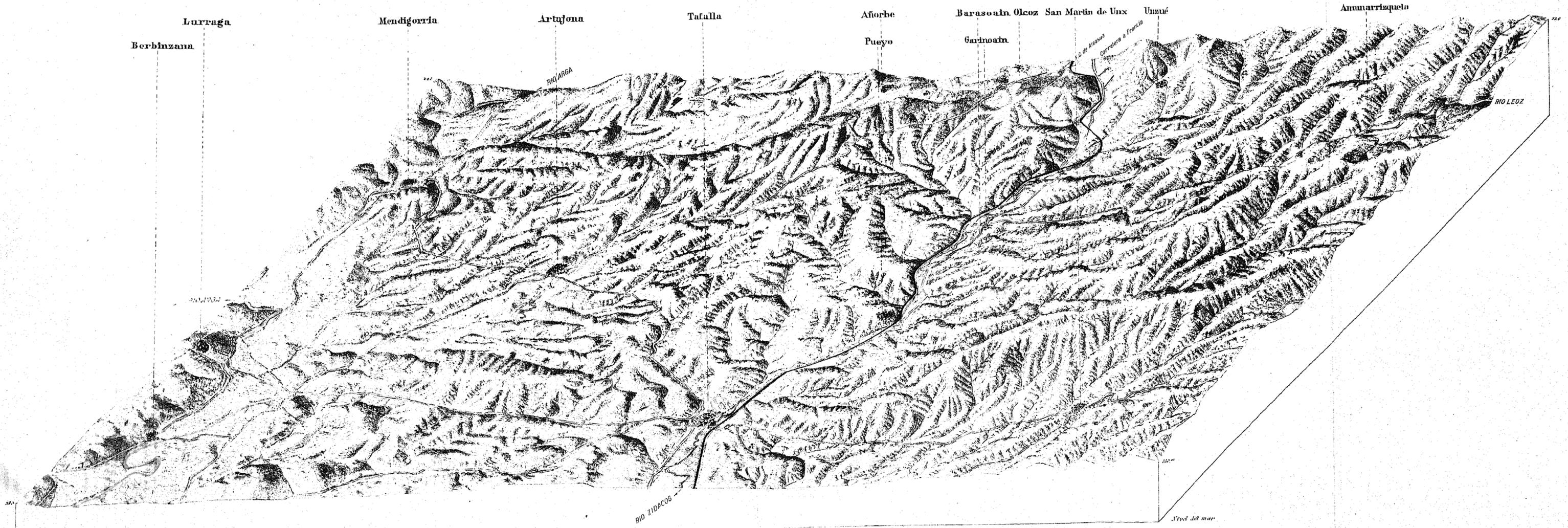
### CORTES GEOLÓGICOS





# TAFALLA

CROQUIS DE LA REGION COMPRENDIDA EN ESTA HOJA



Escala aproximada para las alturas  $\frac{2}{3}$  de milímetro = 20 metros.

Universidad  
Pública de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

Formado y publicado por el Instituto Geológico y Minero de España  
bajo la dirección del Excmo. Sr. D. Luis de la Peña, Año 1930.

PUBLICACIONES  
DEL  
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO  
DE  
ESPAÑA

OBRAS PUBLICADAS

POR EL

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EN VENTA

BOLETINES

- Pesetas.

<i>Boletín de la Comisión del Mapa geológico: tomos XIV a XXXI.</i>	15
<i>Boletín del Instituto Geológico: tomos XXXII a L.</i>	12

MEMORIAS

<i>Descripción física y geológica de Barcelona, por D. José Maureta y D. Silvino Thos y Codina</i>	20
<i>Idem física, geológica y minera de Logroño, por D. Rafael Sánchez Lozano</i>	15
<i>Explicación del Mapa geológico de España, por D. Lucas Mallada. Tomos I al VII (cada uno)</i>	15
<i>Criaderos de Hierro de España:</i>	
Tomo I (Introducción).— <i>Criaderos de la provincia de Murcia</i>	15
Tomo II.— <i>Criaderos de Asturias</i>	15
Tomo III.— <i>Criaderos de Guadalajara y Teruel</i> , por D. Vicente Kindelan y D. Manuel Ranz	12
Tomo IV.— <i>Hierros de Galicia (tomo I)</i> , por D. Primitivo Hernández Sampelayo	12
Tomo V.— <i>Hierros de Almería y Granada (tomos I, II y III)</i> , por D. Ricardo Guardiola y D. Alfonso de Sierra (cada uno)	15
<i>Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda</i> , por D. Domingo de Orueta	20
<i>Estudio metalogénico de la Sierra de Carlagena</i> , por D. Ricardo Guardiola	15

MAPAS

Pesetas

<i>Mapa geológico de España</i> , edición en 16 hojas y escala 1:400.000; cada hoja .....	7,50
<i>Mapa geológico de España</i> , edición en 64 hojas y escala de 1:400.000; cada hoja suelta .....	2
<i>Mapa geológico de España</i> , mapa de conjunto, escala 1:1.500.000	15
<i>Atlas del Estudio estratigráfico de la cuenca halleriana asturiana</i> , por D. Luis de Adaro y Magro.....	20
<i>Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España</i> , vol. I, núms. 1 y 2 .....	3

EN PREPARACIÓN

*Criaderos de Hierro de España:*  
*Hierros de Galicia*, tomo II, por D. Primitivo Hernández Sampe-  
 layo.

OBRAS AGOTADAS

<i>Mapa geológico</i> , en 16 hojas. Hojas números 3, 6, 7 y 14.	
<i>Mapa geológico</i> , en 64 hojas. Hojas números 13, 19, 22, 27, 30 y 51.	
<i>Boletín de la Comisión del Mapa geológico</i> : tomos I al XIII.	
<i>Boletín del Instituto Geológico de España</i> : tomo XXXVIII.	
<i>Idem física, geológica y agrológica de Soria</i> , por D. Pedro Palacios.	
<i>Descripciones física y geológica de Zaragoza y Ávila</i> , por D. Felipe M. Donayre.	
<i>Idem id. de Álava</i> , por D. Ramón Adán de Yarza.	
<i>Idem id. de Cuenca, Valladolid, Teruel y Segoria</i> , por D. Daniel de Cortázar.	
<i>Idem id. de Cáceres</i> , por D. Justo Egozcue y D. Lucas Mallada.	
<i>Idem id. de Huesca</i> , por D. Lucas Mallada.	
<i>Idem id. de Salamanca</i> , por D. Amalio Gil y Maestro.	
<i>Idem id. de Valencia</i> , por D. Daniel de Cortázar y D. Isidro Manuel Pato.	
<i>Idem id. de Guipúzcoa</i> , por D. Ramón Adán de Yarza.	
<i>Idem id. de Vizcaya</i> , por D. Ramón Adán de Yarza.	
<i>Idem física de Huelva</i> , por D. Joaquín Gonzalo Tarín.	
<i>Idem geológica de idem</i> , por D. Joaquín Gonzalo Tarín.	
<i>Idem minera de idem</i> , por D. Joaquín Gonzalo Tarín.	
<i>Sinopsis paleontológica de España</i> . Tomos I, II y III, sistemas Siluriano, Devoniano, Carbonífero, Triásico, Jurásico e Infracretáceo, por D. Lucas Mallada.	
<i>Trabajos geodésicos y topográficos de Asturias.</i>	
<i>Mapa topográfico de Asturias</i> , por D. Guillermo Schulz (4. <sup>a</sup> edición).	
<i>Descripción física y geológica de Zamora</i> , por D. Gabriel Puig.	
<i>Estudios hidrológicos</i> .—Cuenca del Tajo (provincia de Madrid).	
MAPA GEOLÓGICO, escala 1:50.000. (Véase la cubierta.)	

PUBLICACIONES

REFERENTES AL XIV CONGRESO GEOLÓGICO INTERNACIONAL

Pesetas

<i>Memorias del XIV Congreso Geológico Internacional</i> , por el Secretario general, Ingeniero de Minas, Vocal del Instituto Geológico y Minero de España, D. Enrique Dupuy de Lôme. Tomos I, II y III, cada uno.....	15
<i>Las reservas mundiales de Piritas</i> , por los señores de la Comisión de Publicaciones del XIV Congreso Geológico Internacional, Ingenieros de Minas, D. César Rubio, D. José de Gorostizaga, D. Enrique Dupuy de Lôme y don Joaquín Mendizábal. Dos tomos.....	50
<i>Las reservas mundiales de Fosfatos</i> , por los señores de la Comisión de Publicaciones del XIV Congreso Geológico Internacional, Ingenieros de Minas, D. César Rubio, D. José de Gorostizaga, D. Enrique Dupuy de Lôme y don Joaquín Mendizábal. Un tomo .....	15
GUÍAS GEOLÓGICAS DE ESPAÑA, PUBLICADAS POR LA COMISIÓN ORGANIZADORA DEL XIV CONGRESO GEOLÓGICO INTERNACIONAL PARA FACILITAR LAS EXCURSIONES QUE REALIZARON LOS CONGRESISTAS:	
GUÍA A-1.— <i>Estrecho de Gibraltar, Jerez, Tarifa, Algeciras, Ceuta, Tetuán, Melilla, Nador, etc., etc.</i> , por los Ingenieros de Minas, Vocales del Instituto Geológico y Minero de España, Sres. Marín, Valle, Dupuy de Lôme, Gavalá, Milans del Bosch e Iruegas. Un tomo de 256 páginas, 27 láminas (6 de microfots., 1 de cortes geols.) 3 mapas geológicos.—Edición española o francesa ..	10
GUÍA A-2.— <i>Los platinos de la Serranía de Ronda</i> , por los Ingenieros de Minas, Vocales del Instituto Geológico y Minero de España, Sres. Orueta y Rubio. 160 páginas, 24 láminas (2 de microfots., 1 de cortes geols.), 3 mapas.—Edición española, francesa o inglesa .....	10

- Guía A-3.—*Minas de plomo y cobre de Linares y Huelva*, por los Ingenieros de Minas Sres. Hereza y Alvarado. 140 páginas, 3 figuras, 16 láminas (7 de cortes geols.), 2 planos y 4 mapas.—Edición española, francesa o inglesa ..... 10
- Guía A-5.—*La Sierra Morena y la Sierra Nevada*, por los Ingenieros de Minas Sres. Novo y Carbonell y los Profesores de Geología Sres. Gómez Llucca y Carandell. 248 páginas, 8 figuras, 22 láminas, 5 mapas.—Edición española ..... 10
- Guía A-6.—*El Terciario continental de Burgos*, por el Doctor en Ciencias Sr. Royo y Gómez. 70 páginas, 12 figuras, 18 láminas, 2 mapas.—Edición española, francesa o inglesa ..... 5
- Guía A-7.—*Islas Canarias*, por el Profesor de la Universidad Central Sr. Fernández Navarro. 122 páginas, 46 figuras, 25 láminas, 8 mapas.—Edición española o francesa ..... 10
- Guía B-1.—*Minas de Almadén*, por el Ingeniero de Minas, Vocal del Instituto Geológico y Minero de España, señor Hernández Sampelayo. 102 páginas, 22 láminas, 1 mapa.—Edición española o francesa ..... 5
- Guía B-2.—*La Sierra del Guadarrama*, por los Profesores de Geología Sres. Obermaier y Carandell. 46 páginas, 13 figs., 19 láms., 1 mapa.—Edición española o francesa ..... 5
- Guía B-3.—*Aranjuez*, por los Profesores de Geología señores E. y F. Hernández-Pacheco. 104 páginas, 31 figuras, 14 láminas, 1 mapa, 1 lámina de cortes geológicos.—Edición española ..... 10
- Guía C-1.—*Minas de Asturias*, por los Ingenieros de Minas señores Sancho, Falcó, Cueto, Junquera, H. Sampelayo y Patac. 108 páginas, 4 figuras, 21 láminas (3 cortes geológicos), 5 mapas.—Edición española o francesa ..... 10
- Guía C-5.—*Isla de Mallorca*, por los Geólogos Sres. Darder y Fallo. 125 páginas, 48 figuras, 17 láminas (6 de cortes geológicos), 1 mapa, 2 cuadros sinópticos.—Edición francesa ..... 10
- Guía X-1.—*La Sierra Morena y la llanura Bética*, por el Catedrático de la Universidad Central Sr. Hernández-Pacheco. 150 páginas, 20 figuras, 39 láminas, 1 lámina de cortes, 2 mapas.—Edición española o francesa ... 5
- Guía X-3.—*Despeñaperros*, por los Catedráticos de Geología Sres. H. Pacheco y Puig de la Bellacasa. 48 páginas, 9 figuras, 20 láminas, 1 mapa.—Edición española o francesa ..... 5
- Guía F-2.—*Guía del ferrocarril de Madrid a Sevilla*, por los Ingenieros de Minas, Vocales del Instituto Geológico y Minero de España, Sres. Dupuy de Lôme y Novo. 139

- páginas, 2 figuras, 26 láminas, 5 mapas.—Edición española, francesa, inglesa o alemana ..... 10
- Guía F-3.—*Guía del ferrocarril de Madrid a Irún*, por los Ingenieros de Minas, Vocales del Instituto Geológico y Minero de España, Sres. Dupuy de Lôme y Novo. 151 páginas, 20 láminas (1 de perfiles topográficos), 4 mapas.—Edición española, francesa o alemana .... 10

## OBRAS AGOTADAS

- Guía A-4.—*Línea tectónica del Guadalquivir*, por el Ingeniero de Minas Sr. Carbonell Trillo-Figueroa. 204 páginas, 7 figuras, 36 láminas (4 de cortes geológicos) y 8 planos geológicos.
- Guía C-3.—*Cuenca potásica de Cataluña*, por el Geólogo Sr. Faura y el Ingeniero de Minas, Vocal del Instituto Geológico y Minero de España Sr. Marín y Bertrán de Lis. 214 páginas, 5 figuras, 48 láminas (1 de sondeos y 6 de cortes) y 5 mapas.
- Guía C-6.—*Cuevas de Mallorca*, por el Geólogo Sr. Faura. 78 páginas, 14 láminas (4 de planos y secciones).
- Guía F-1.—*Guía Artística de Córdoba*, por el Ingeniero de Minas Sr. Carbonell. 155 páginas, 20 láminas, 4 planos. Edición española.
- Guía C-2.—*Minas de Bilbao*, por el Ingeniero de Minas señor Rotaeche. 30 páginas, 2 láminas de cortes geológicos, 1 mapa.—Edición española.
- Guía C-4.—*Cataluña*, por los Geólogos Sres. Marín, Bataller, Larragán, San Miguel de la Cámara y Marcet. 214 páginas, 8 figuras, 48 láminas (1 de sondeos, 10 de bloques, 5 de cortes geológicos), 6 mapas.—Edición española o francesa.
- Guía C-5.—*Isla de Mallorca*, por los Geólogos Sres. Darder y Fallo. 125 páginas, 48 figuras, 17 láminas (6 de cortes geológicos), 1 mapa, 2 cuadros sinópticos.—Edición española.

Estas obras se venden en las principales librerías y en el Instituto Geológico y Minero de España, Cristóbal Bordiú, 12. Madrid.



## Mapa geológico. Escala 1: 50.000

	<u>Pesetas.</u>
<i>Hoja núm. 569, Alcalá de Henares</i> .....	3
<i>Memoria explicativa de la Hoja de Alcalá de Henares</i> .....	3
<i>Hoja núm. 819, Almodóvar del Campo</i> .....	3
<i>Memoria explicativa de la Hoja de Almodóvar del Campo</i> .....	3
<i>Hoja núm. 421, Barcelona</i> .....	3
<i>Memoria explicativa de la Hoja de Barcelona</i> .....	3
<i>Hoja núm. 400, Huelva</i> .....	3
<i>Memoria explicativa de la Hoja de Huelva</i> .....	3
<i>Hoja núm. 194, Sta. María del Páramo</i> .....	3
<i>Memoria explicativa de la Hoja de Santa María del Páramo</i> .....	3
<i>Hoja núm. 984, Sevilla</i> .....	3
<i>Memoria explicativa de la Hoja de Sevilla</i> .....	3
<i>Hoja núm. 559, Madrid</i> .....	3
<i>Memoria explicativa de la Hoja de Madrid</i> .....	3
<i>Hoja núm. 173, Tafalla</i> .....	3
<i>Memoria explicativa de la Hoja de Tafalla</i> .....	3
<i>La Hoja y la Memoria juntas</i> .....	5
<i>Hojas enlazadas con carpeta, una</i> .....	10
<i>Datos para el estudio de la Geología de la provincia de Madrid</i> ..	15

### EN PREPARACIÓN

<i>Memoria y Hoja núm. 196, Sahagún.</i>	
<i>Idem id. 420, San Baudilio de Llobregat.</i>	
<i>Idem id. 886, Beas de Segura.</i>	
<i>Idem id. 792, Alpera.</i>	
<i>Idem id. 522, Tortosa.</i>	
<i>Idem id. 195, Mansilla de las Mulas.</i>	
<i>Idem id. 535, Algote.</i>	
<i>Idem id. 881, Villanueva de Córdoba.</i>	
<i>Idem id. 885, Santisteban del Puerto.</i>	
<i>Idem id. 517, Pétrola.</i>	
<i>Idem id. 536, Mestanza.</i>	
<i>Idem id. 547, Alesanar.</i>	