

RIQUEZAS MINERALES DE ESPAÑA

---

ESTUDIO GEOLÓGICO-MINERO  
DE LA  
CUENCA HULLERA SUBMARINA DE ARNAO  
(AVILÉS)

POR

IGNACIO PATAC

INGENIERO DE MINAS

TRABAJO PREMIADO POR LA ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS,  
FÍSICAS Y NATURALES, DE MADRID, EN EL CONCURSO DEL  
«PREMIO HISPANO-AMERICANO» DE 1923



GRÁFICAS MARINAS  
Calle del Conde Duque, 12 y 14  
MADRID

ESTUDIO GEOLÓGICO-MINERO  
DE LA  
CUENCA HULLERA SUBMARINA DE ARNAO  
(AVILÉS)

(1-5 figs.; I-IX láminas.)

RIQUEZAS MINERALES DE ESPAÑA

---

---

ESTUDIO GEOLÓGICO-MINERO  
DE LA  
CUENCA HULLERA SUBMARINA DE ARNAO  
(AVILÉS)

POR

IGNACIO PATAC

INGENIERO DE MINAS

TRABAJO PREMIADO POR LA ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS,  
FÍSICAS Y NATURALES, DE MADRID, EN EL CONCURSO DEL  
«PREMIO HISPANO-AMERICANO» DE 1923



GRÁFICAS MARINAS  
Calle del Conde Duque, 12 y 14  
MADRID

A LA MEMORIA DE MIS PADRES

*QUE HAN SABIDO INCULCARME  
EL AMOR A LA VERDAD*

## PRÓLOGO

Hace algunos años, la «Real Compañía Asturiana de Minas» tuvo a bien encomendarme el estudio de sus interesantes yacimientos hulleros de Arnao, cuyo laboreo se halla paralizado desde el año 1915, en que a consecuencia de una infiltración de las aguas marinas hubo que suspender las labores.

Completamente anegada la mina, que se internaba en el mar unos quinientos metros de la costa, tuve que contentarme con el examen de la pequeña porción del carbonífero continental, que permanece emergido, y con los datos suministrados por el antiguo jefe de explotación y por los planos y cortes estratigráficos que se conservan en las oficinas de la Sociedad.

La cuenca hullera submarina de Arnao, reviste un especialísimo interés, no sólo por sus anomalías estratigráficas, causas de tantas opiniones y controversias, sinó por su emplazamiento geográfico, íntimamente relacionado con los terrenos carboníferos que rodean a la cuenca central de Asturias, principalmente con los que se esconden bajo los terrenos mesozoicos de Gijón y Villaviciosa.

Desglosado de aquel estudio todas las notas y observaciones que sólo interesan particularmente a la Compañía, presento este trabajo a la consideración pública en mi deseo de contribuir al conocimiento más detallado cada día, de las riquezas minerales que encierran las entrañas de Asturias.

Aunque por el momento, razones de índole privada, mantengan en suspenso la explotación de esta cuenca, la técnica minera actual cuenta con recursos suficientes para proseguir su laboreo cuando las circunstancias lo aconsejen.

Baste citar, como ejemplo, la explotación submarina de las minas de hulla de Nueva Escocia (Isla del Cabo Bretón) en el Canadá Oriental; *Sidne Mine, Mood, Mabon* y otras, que se internan en el mar hasta una distancia de más de tres mil metros de la costa.

Estos yacimientos, de características tan semejantes a las de Arnao, contienen, como ellos, capas potentes y de gran regularidad.

La producción anual de la cuenca de Sidney es de 4.600.000 toneladas, es decir, comparable a la de la cuenca central de Asturias y el 80 por 100 de aquella producción procede de las explotaciones submarinas.

IGNACIO PATAC

Gijón, Mayo de 1932.

## DIVERSAS INTERPRETACIONES DEL TERRENO HULLERO DE ARNAO

El terreno carbonífero de Arnao, conocido desde hace muchos años por su favorable situación en la costa cantábrica, ha sido siempre objeto de constantes estudios por parte de ingenieros y geólogos, que han dado margen a diferentes interpretaciones del mismo, según los puntos de vista de cada uno de ellos.

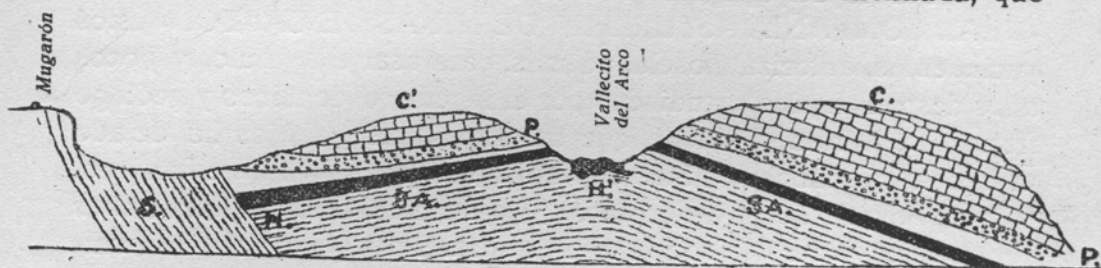
Las anomalías estratigráficas que presenta este hullero, su situación tan alejada de la cuenca central asturiana y las dificultades que ofrece su estudio, a causa de internarse en el mar, han excitado desde muy antiguo la curiosidad de las personas que por su profesión y sus conocimientos estaban en condiciones de dar una explicación de los fenómenos locales de tan interesante cuenca.

A fines del año 1833 fueron concedidos de Real orden a la «REAL COMPAÑÍA ASTURIANA DE MINAS DE CARBÓN» estos yacimientos, autorizándose, además, para usar este título, y pocos años después fueron estudiados por el ingeniero de minas y geólogo francés D. Adriano Paillette, que tan excelentes trabajos ha dejado escritos sobre muchas minas de Asturias, especialmente de Langreo, Mieres, Pola de Lena y Ferroñes. En su notable obra *Recherches sur quelques unes des roches qui constituent la province des Asturies* (1), describe Paillette el hullero de Arnao por primera vez, y dibuja el primer corte transversal de E. a O. de estos criaderos (año 1845, fig. 1). Este trabajo lo hizo en colaboración con los paleontólogos De Verneuil y D'Archiac, que clasificaron y describieron los fósiles recogidos por Paillette: «Por la parte de Santa María del Mar—dice este geólogo—en la capilla de este nombre, existe una protuberancia de arenisca cuarzosa, cuya verdadera dirección no es posible tomar. Por encima aplicanse inmediatamente unas capas de pizarras y una de hulla explotada desde hace mucho tiempo, que marchan juntas en una dirección S. E.-N. O., con ligera pendiente al N. E. No es posible fijar de una manera absoluta la disposición de las capas de la colina que mira al mar. Sin embargo, después de la arenisca cuarzosa de Santa María, véanse pizarras y una serie de calizas, frecuentemente agrietadas, en las cuales se dibujan en relieve, encrines y spirifers. Entre el pozo abandonado de la Esperanza, que ha cortado todo el grupo, sin tocar el carbón explotable, y el océano cantábrico, aparecen en la superficie varias zonas de calizas, que tienen una dirección de N. 60° E. y una pendiente de 50° N. O.»

«Estas son exactamente las mismas capas que recubren el yacimiento pizarroso con combustible que constituyen la mina de

(1) *Bulletin de la Sté. géologique de France*, 2.<sup>a</sup> serie, t. II, p. 439, 1845.

»Arnao, y que contienen, no lejos del pozo del Arco, ejemplares de  
»*Terebrátula prisca*, así como algunos otros fósiles conocidos del  
»terreno devoniano. Las direcciones de las pizarras y otras rocas  
»carbonosas, son en la extremidad del muelle, N. 70° E. y cerca de la  
»fragua de la mina, N. 30° E., aproximadamente. En ambos casos,  
»buzan hacia el Norte. Se relacionan con la capa llamada del Arco,  
»que sigue una dirección S. 1° E. en un trozo, llegando hasta la de  
»S. 30° E. con pendiente de 20° E. N. E. Existirá, pues, en estos  
»parajes un pliegue o una fractura, como la que he dibujado, lo que  
»no puede explicarse más que por la presencia de un asomo de  
»cuarcita, procedente de Arancés. Este corte muestra las dislocacio-  
»nes de Arnao, y está tomado en el afloramiento de la capa del  
»Arco. Véñese en él la caliza siluriana S. sumamente inclinada, que



Según Adriano Paillette, año 1845.—Fig. 1

»puede ser observada perfectamente a lo largo de la costa, las pizarras  
»arcillosas del techo y del muro SA, la capa de hulla H. de 12 a 24  
»pies, dividida en tres bancos por nervios de hulla, entremezclados  
»de pizarra H'; la pudinga de cantos silíceos de cuarcita P. la caliza  
»de *Terebrátula prisca* C. y de otras especies a la vez devonianas y  
»silurianas y la tierra vegetal C'. Como puede verse en el cuadro de  
»análisis que ponemos a continuación, el carbón de Arnao debe ser  
»clasificado entre las hullas secas de llama larga. Ahora queda por  
»decidir si pertenecen al terreno siluriano sobre el cual reposan, y en  
»el que se encuentran algunas especies que penetran en la formación  
»devoniana, o bien a esta última época que las recubre inmediatamen-  
»te en *estratificación concordante*. Las escasas impresiones fosilife-  
»ras que contienen las pizarras carbonosas, dejarán indecisa por  
»mucho tiempo esta cuestión.»

Como se vé, Paillette no parecía darse cuenta de la anomalía existente en este terreno carbonífero, respecto a la posición de las calizas C. de *Terebrátula prisca*, con fósiles, «a la vez devonianos y silurianos», y su duda consistía tan sólo en saber a cuál de estos dos terrenos pertenecía el hullero de Arnao. A pensar de este modo inducíanle, sin duda, por un lado, la vaguedad de las determinaciones paleontológicas de sus colaboradores D'Verneuil y D'Archiac, y de otro, sus propias observaciones estratigráficas, que erróneamente le hacían suponer concordantes las capas de caliza C. con el terreno



En el «PRIMER CUADRO DE ENSAYOS HECHOS CON LOS CARBONES DE ASTURIAS» por el Sr. Paillette, figuran los análisis de siete muestras de carbón de Arnao en la forma siguiente:

Núm. de orden	LOCALIDAD	DESIGNACIÓN DE LAS CAPAS	RESULTADO DEL ANÁLISIS				OBSERVACIONES
			Cok	Productos volátiles	Cenizas	Cok sin cenizas	
1	Arnao 1842....	Vieja explotación, llamada del Valey .....	60,215	39,785	20,100	40,115	Término medio de una carrada comprada en 1842.
2	Idem 1843....	Explotación nueva .....	56,805	43,195	8,450	48,385	Idem íd. sin pizarras, comprada en 1843.
3	Idem 1843....	Idem banco superior .....	55,100	44,900	12,600	42,500	Muestra de 18 libras, remitida por Mr. A. Desoignie.
4	Idem 1843....	Idem íd. del medio .....	50,200	49,800	7,345	42,455	Idem de 30 l. íd.
5	Idem 1843....	Idem íd. inferior .....	52,700	47,300	5,450	47,250	Idem de 25 l. íd.
6	Idem 1842....	Pozo del Arco .....	54,000	46,000	3,550	50,450	Idem escogida tomada en 1842.
7	Idem 1843....	Capa del Arco .....	55,200	44,800	6,530	48,670	Idem media escogida tomada en 1843.

Las materias volátiles que figuran en este cuadro resultan altas, sin duda por hallarse incluido en dichos números el tanto por ciento de humedad, que por término medio puede estimarse en un 10 por 100.

hullero, cuando su discordancia es manifiesta. Y es más de extrañar esta ofuscación de Paillette, por cuanto los Sres. De Verneuil y D'Archiac, aunque no con la precisión necesaria, señalan, no obstante, por primera vez, las anomalías de Arnao, al expresarse de la siguiente manera: «En resumen, de las 31 especies procedentes de »Ferroñes y Pelapaya, tres son silurianas, cuatro silurianas y devonianas, una devoniana y carbonífera, ocho exclusivamente devonianas y quince nuevas. De estas últimas, tres han sido encontradas »en las capas devonianas de otros países, lo que elevará a once, o sea »al tercio de la totalidad aproximadamente las especies conocidas »como siendo exclusivamente devonianas. Además, entre los fósiles »de Ferroñes, de Pelapaya y de las inmediaciones, el Sr. Paillette nos »ha enviado otros de Arnao, donde las capas de verdadera hulla, que »ha descrito en su Memoria, parecen estar recubiertas por calizas »análogas a las de Ferroñes. Entre las especies, que en general están »peor conservadas que las anteriores, hemos reconocido las siguientes: *Terebrátula reticularis* (prisca), *T. Ezquerra*, *T. primipilaris* (de »Buch), *Orthis resupinata*, *O. striatula*, *O. arachnoidea* y el *Spirifer »Pellico*, tan característico de las calizas de Ferroñes. Por lo tanto, »parece indudable, que las capas de Arnao son de la misma edad que »estas últimas. Debemos llamar la atención sobre este hecho, pues »es la primera vez que se encuentran fósiles incontrastablemente devonianos regularmente superpuestos a las capas de combustible de »verdadera importancia. En efecto, todos los grandes depósitos hulleros y antracíferos de Inglaterra, de América y de Rusia son, como »se sabe, superiores al sistema devoniano.»

En aquellos mismos años en que Paillette dirigía la explotación de las minas de Ferroñes, y hacía sus expediciones por el resto de la provincia, estudiando sus yacimientos minerales, hallábase al frente de las minas de Arnao, el ingeniero belga D. Adolfo Desoignie, quien en Enero de 1847, dibujó el mejor corte estratigráfico que, a nuestro juicio, se ha hecho hasta la fecha, de este terreno hullero, que hemos podido encontrar (por cierto muy borroso ya), entre la copiosa y excelente colección de dibujos que posee en sus oficinas de Arnao la «REAL COMPAÑIA ASTURIANA DE MINAS» (fig. 2). Exceptuando la duda que le sugiere la edad de las calizas del Mugarón, que supone silurianas (tal vez siguiendo a Paillette), los pliegues que presentan las hiladas hulleras están muy bien representados, y su mejor acierto es, sin duda, la manera tan exacta como acertó a representar la discordancia entre la parte occidental del criadero, y las pizarras y calizas devonianas superpuestas. Pero quizás los datos que iba adquiriendo de las labores subterráneas, y nuevas observaciones sobre el terreno, complicaron en su mente las ideas tan claras y preci-

SEGUN ADOLFO DESOIGNIE (ENERO 1847)

Escala 1/8000

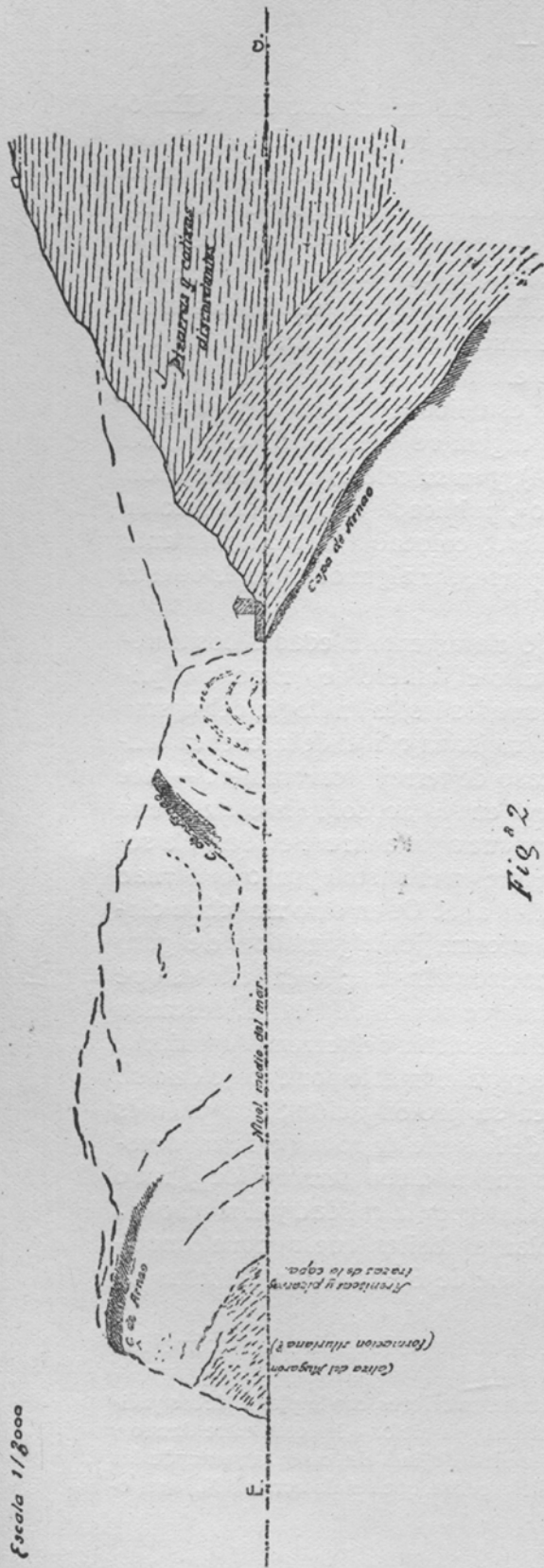


Fig. 2

SEGUN ADOLFO DESOIGNIE (NOVBE 1847)

Escala 1/6000

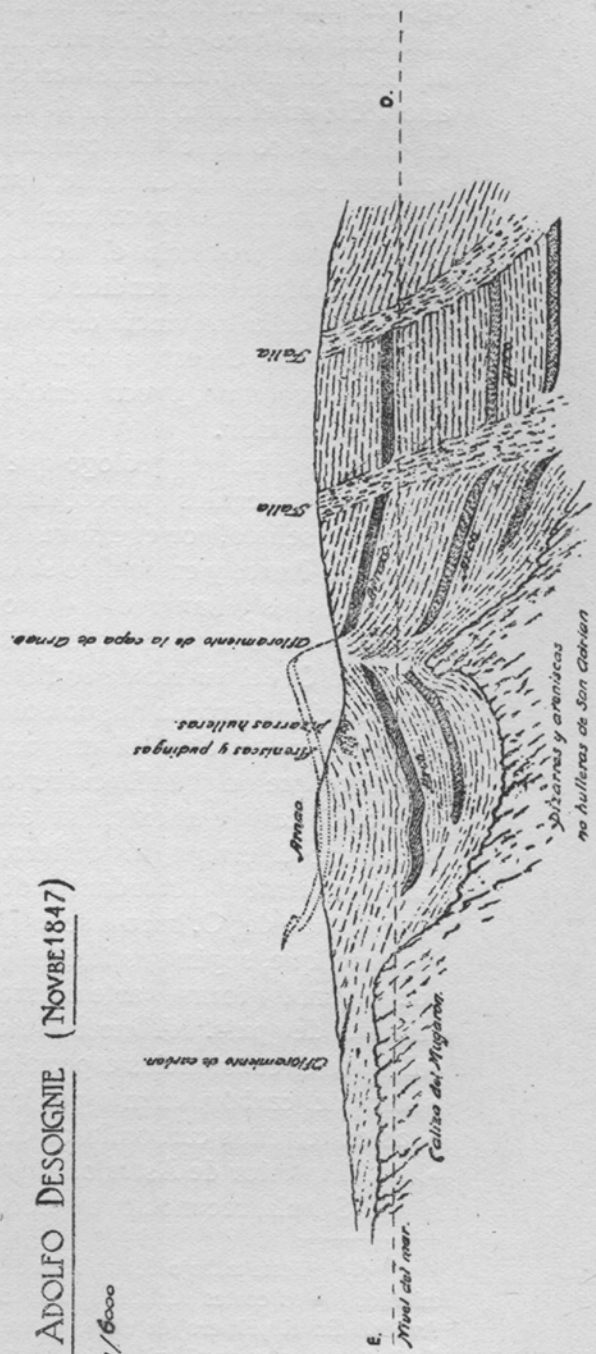


Fig. 3

no hulleras de San Gabriel

sas de su primer corte, y en Noviembre del mismo año 1847, dibujó en Mons su segundo corte (fig. 3), en el que representa dos capas de carbón, la de Arnao y la del Arco, y aún debajo de esta última, hace figurar una tercera capa. Esta idea de las dos capas de carbón, distintas, del Arco y de Arnao, llegó a apoderarse por completo de aquel ingeniero, pues en la descripción que de estas minas publicó el año 1850, en el tomo I de la *Revista Minera* (1), expresa su creencia en dichos «dos bancos de carbón de mucho espesor, buzando los dos, aunque con rumbo diferente, hacia el mar.»

En la misma época, hacía sus estudios topográficos y geológicos en esta provincia el notable ingeniero alemán D. Guillermo Schulz (habíalos emprendido en 1834), y en su celebrada «Descripción geológica de la Provincia de Oviedo», publicada en 1858, hace notar las anomalías de este terreno hullero, colocado discordantemente sobre el devoniano, y recubierto, en parte, por algunos estratos de esta última formación.

Fué el primer geólogo que fijó claramente la edad de los terrenos entre los cuales aparece encartado el hullero de Arnao, y el primero que señaló, por el examen de sus fósiles, la analogía del mismo con el de Tineo, y en cambio su semejanza con el de la cuenca central de Mieres y Langreo. «Otro caso de terreno carbonífero —dice» Schulz— en el devoniano, se observa en Arnao, sobre la costa, a una legua al O. del puerto de Avilés, aunque aquí aparece evidente la sobreposición discordante, no solamente en el mismo punto de Arnao sino con mayor claridad un poco más al S. O. en otro manchón carbonífero que no se halla cubierto por formación alguna donde el gran banco de carbón se extendía casi horizontalmente; lo extraño es que en Arnao el terreno carbonífero, aunque por el lado del E. descansa independiente y discordante sobre las aristas del terreno devoniano, por el lado del O. buza o se inclina paralelamente por debajo de otro terreno que, según sus fósiles y en su prolongación S., también es devoniano, y forma parte normal de la serie de rocas o fajas devonianas del país. Además, se notan en dicho terreno de Arnao algunas circunstancias especiales, tanto por la calidad y el mucho espesor del carbón, cuanto por las plantas fósiles, que, aunque conocidas en terrenos carboníferos del Norte de Europa, son distintas de las del interior de Asturias.»

Schulz, reconoció, en efecto, la edad de los terrenos sobre los

---

(1) A este trabajo acompaña una lámina en colores, con la planta de los yacimientos y dos cortes verticales (muy confusos), paralelos a la costa entre Arnao y Avilés. En el primero de ellos, figura la caliza de la Vela, o sea la punta de las Arribas, superpuesta al hullero de Arnao; dicha caliza, que señala con una X, la supone de edad indeterminada.

que descansa el hullero de Arnao, y la de las pizarras y calizas de la Vela, que se le superponen por su parte occidental, pero, como Paillete, cree que esta superposición está en concordancia con el hullero. No obstante, la explicación que dá de las anomalías de este terreno, es —a nuestro juicio— de una clarividencia extraordinaria: «La situación y disposición —dice Schulz— de este terreno carbonífero, hace creer que antes de su formación estaba el terreno devoniano ya dislocado, y que otro de los trastornos posteriores a la formación del carbonífero, tal vez muy locales, no solamente fracturó y dislocó de un modo asombroso el carbón mismo, sino que también replegó por el lado O. sobre el terreno carbonífero, un gran trozo, monte o cerro de terreno devoniano; sin embargo, uno de estos enormes bancos de carbón, se extiende con mucha regularidad e inclinación casi constante, por debajo del mar, y sirve hoy de base y elemento principal para un gran establecimiento metalúrgico de producción de cinc en aquella costa, cuyos inteligentes directores han descubierto muy recientemente media legua más, al S. S. O., la continuación de aquel terreno carbonífero, comprimido también aquí, entre fajas normales del devoniano, y llevando el mismo gran banco de carbón replegado sobre sí y como por debajo de la caliza devoniana.....»

Los estudios geológicos de Asturias, iniciados por Paillette en 1839, no se han interrumpido desde entonces. Muerto Schulz en Aranjuez, el año 1877, vino a esta provincia y a la limítrofe de Galicia, en el mismo año, a emprender nuevas investigaciones, el eminente geólogo francés Charles Barrois, que, por fortuna para Francia, todavía sigue trabajando, con el entusiasmo de sus mejores años, en su laboratorio de Lille. Fruto de sus trabajos y correrías por ambas provincias ha sido su magnífica obra, hoy agotada, que lleva por título *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice*, publicada en 1882.

Barrois, hizo el mejor estudio paleontológico de Asturias, que hasta la fecha no ha sido superado. Principalmente son admirables sus descripciones de los terrenos siluriano y devoniano. En cuanto al carbonífero, deslindó perfectamente, en unión de M. H. B. Geinitz, M. Grand'Eury y M. Zeiller, con arreglo a normas paleontológicas, las diferentes manchas hulleras contenidas en la provincia, que Schulz había dividido, tan sólo desde el punto de vista industrial, en carbonífero pobre y carbonífero rico.

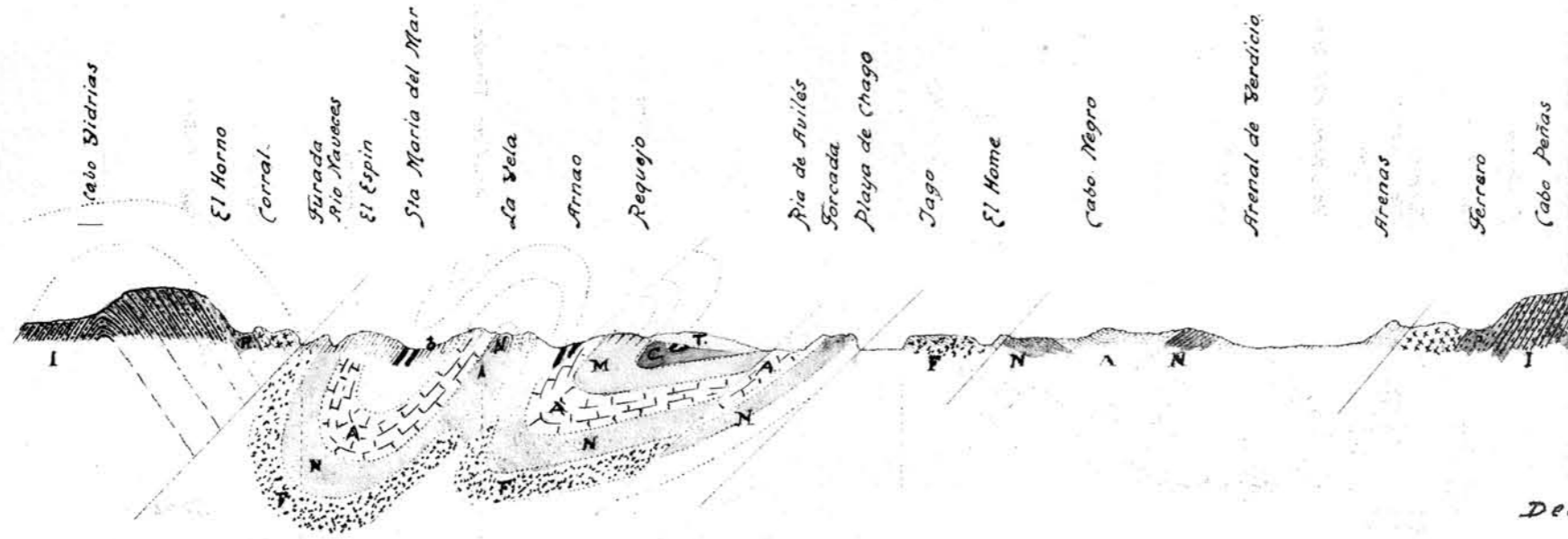
Barrois comprobó, por las determinaciones de su flora hullera, efectuadas por los paleobotánicos franceses antes citados, la contemporaneidad de los depósitos hulleros de Arnao, Ferroñes y Tineo, que Schulz sospechaba, dispuestos en estratificación transgresiva y discordante sobre las formaciones plegadas, paleozoicas, anteriores al

carbonífero. del Devoniano al Cambriano, identificando su edad, con la del *terreno hullero superior*, de Grand'Eury. En la descripción de la cuenca, se limita a reproducir los datos aportados por Desoignie, Schulz y Paillette, inclinándose a creer, con referencia al plano del primero, de su trabajo ya mencionado, que las dos capas de hulla de Arnao que figuran en el mismo, por su disposición tan irregular, es muy probable que no sean más que trozos separados por fallas de una sola y misma capa. La gran vena de Arnao dice que recuerda los caracteres del terreno hullero superior de la Loire. En cuanto a la estructura estratigráfica del conjunto de estos terrenos, Barrois no hace afirmación ninguna precisa, limitándose a decir lo siguiente: «El terreno hullero de Arnao reposa transgresivamente sobre el terreno devoniano, y aún parece intercalado en este terreno, por consecuencia de las fallas oblicuas que le limitan. Me he esforzado en representar, de una manera esquemática, su disposición estratigráfica». (Lám. I). En el corte de Barrois, de la costa, entre las bóvedas silurianas de los cabos Vidrias y Peñas, figura esta representación del terreno hullero de Santa María del Mar y de Arnao, que dibuja separado en dos trozos distintos, por un pliegue anticlinal, de la caliza de la Vela (punta de las Arribas), que recubre el hullero de Arnao. Barrois, que tan admirablemente estudió los diferentes niveles devonianos, en esta parte de la costa cantábrica, reconociendo, tal vez por sus fósiles, la posición anómala de las hiladas de la Vela, respecto al conjunto de la formación devoniana, es decir, reconociendo en ellas las rocas de la punta Espín, que recubren cronológicamente a la arenisca de Furada (devoniano inferior), no vió más solución al problema estratigráfico de Arnao que el suponer la existencia de un movimiento general post-estefaniense, que plegó todo el conjunto de los estratos devonianos, dejando encerrados entre sus pliegues sinclinales las hiladas hulleras. Tal hipótesis le condujo, lógicamente, a admitir como probable la existencia de un tercer seno hullero al N. E. de San Martín de Laspra, o sea en los arenales del Espartal, Salinas y Raíces. (Véase el corte, lám. I) (1). Pero el caso es que en las calizas

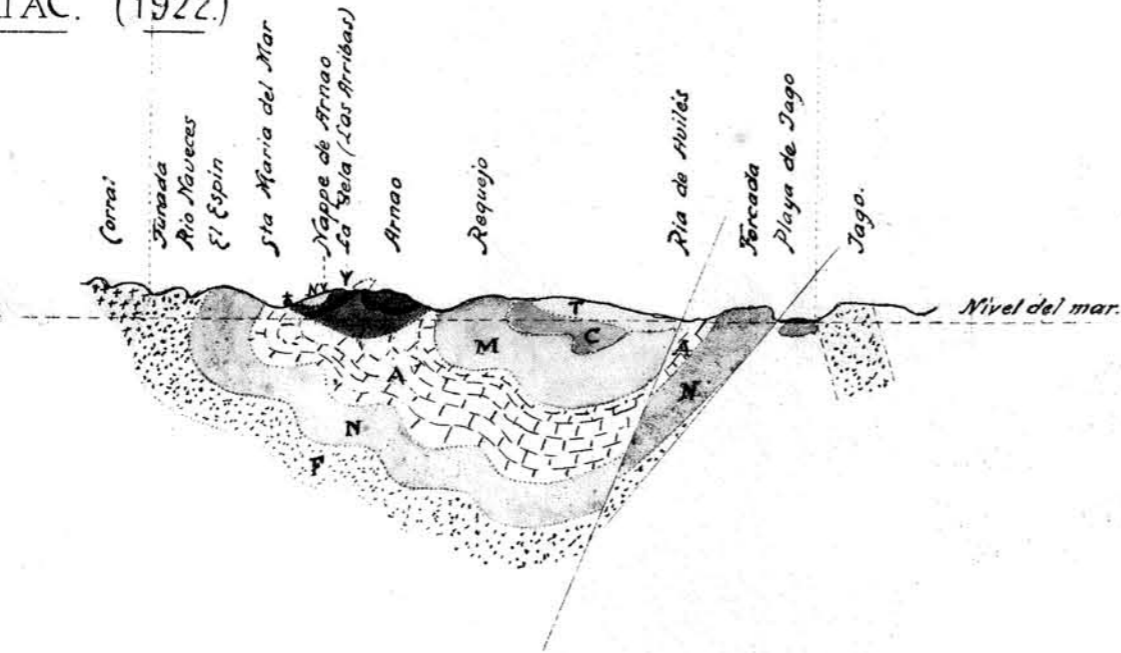
---

(1) «No tengo ningún documento —dice Barrois— sobre las capas profundas recubiertas por el trias, desde Requejo a la Ría de Avilés; pero si se considera que el devoniano inferior, con inclinación al N. O., reaparece en los acantilados de la Punta Forcada de Avilés, no puede menos de sorprender la disposición del corte representado, que muestra una analogía tan grande, entre los tres pequeños sinclinales paralelos, rotos e invertidos de Santa María del Mar, Arnao y Requejo. La presencia del terreno hullero en los pliegues de Santa María del Mar y de Arnao, ¿no merece que se haga, por lo menos un sondeo hacia el N. E. de Laspra, para ver si se encuentra también hulla en este pliegue sinclinal, como en los pequeños sinclinales vecinos?»

SEGUN CHARLES BARROIS (1882)



SEGUN IGNACIO PATAC. (1922)



Devoniano.

Siluriano.

- T. Terreno triásico
- Hullero superior.
- C. Caliza de Candás
- M. Caliza de Moniello.
- A. Caliza de Arnao
- N. Caliza de Nieva.
- F. Arenisca de Furada
- Pizarras y cuarcitas de Corral.
- Pizarras de Luarca.
- Arenicas de los Cabos.

Escalas | De longitudes: 1:100.000  
 | De alturas: libres.

y pizarras de la Vela no existe tal pliegue anticlinal, a nuestro juicio, y lejos de aparecer sensiblemente verticales sus hiladas, como figuran en el corte de Barrois, se presentan casi horizontales, con ligera inclinación al S. Por otra parte, siguiendo, sin duda, las ideas de este geólogo y los consejos del mismo, la «REAL COMPAÑIA ASTURIANA DE MINAS» hizo, hace bastantes años, un par de sondeos, uno en las cercanías de Raíces, llamado «Sondeo del Arenal núm. 1», y otro en Salinas, al pie de la loma de San Martín, por detrás de la fila actual de casas y hoteles de verano. Ninguno de los dos ha cortado el terreno hullero, según nuestros informes; del primero, hemos encontrado en las oficinas de la Compañía, un interesante corte estratigráfico, que ha permanecido inédito hasta aquí. Este sondeo ha atravesado los estratos siguientes: 17 metros de arenas secas y fluidas, algunos lechos con guijarros y restos de conchas marinas; 169 metros de margas irisadas del trias, rojas y verdes, con intercalaciones de dos bancos de conglomerados de poca potencia y algunos banquitos de arenisca roja, y 29 metros de caliza gris, devoniana; longitud total del sondeo, 215 metros. De consiguiente, nada hace suponer, por las indicaciones exteriores ni por los sondeos efectuados, que entre Santa María del Mar y la Ría de Avilés existan esos tres pliegues sinclinales paralelos del devoniano, conteniendo terreno hullero. Por el contrario, entre los hulleros de Santa María del Mar y de Arnao, no hay solución de continuidad, pudiendo seguirse por el camino llamado de las Chavolas, los estratos de pizarras hulleras, desde Arnao hasta la misma bahía de Santa María. Solamente sobre la costa existe, entre estas dos playas, una faja de terreno devoniano, formado de pizarras y calizas, recubriendo en estratificación discordante, como ya había observado Desoignie, las hiladas hulleras. Esta faja de terreno constituye, a nuestro juicio, una *nappe* o *manto de recubrimiento*, procedente de la punta del Espín, situada al O. de Santa María. El «país de raíces» estará, pues, situado al occidente del terreno hullero. En el croquis estratigráfico que hemos hecho, de la parte de costa comprendida entre Corral y Jago, puede observarse la correspondencia de los afloramientos de las distintas hiladas del terreno devoniano de Asturias, según la clasificación de Barrois (1), entre el corte de este geólogo y el nuestro, pero la interpretación de los mismos difiere esencialmente, pues nosotros creemos que entre Furada y la Ría de Avilés los pliegues del devoniano deben afectar la disposición de un *synclorium*, bruscamente cortado por la

---

(1) La clasificación que hizo Barrois, del devoniano de Asturias, es la siguiente:



gran escotadura, que ha dado origen a la Ría (1). A nuestro juicio, un canal, socavado por la erosión, según la dirección de los pliegues del devoniano sobre las calizas y pizarras del tramo medio de dicho terreno, siguiendo un proceso análogo y sincrónico al que dió origen a los canales hulleros de Tineo y Cangas de Tineo, ha sido rellenado por el carbonífero (2). Fenómenos locales, posteriores a estos depósitos y probablemente permianos, han producido roturas y transportes de terrenos, en virtud de los cuales, la parte occidental de los depósitos de Arnao ha sido recubierta por la *nappe*, procedente del O., accidente que ha producido, a nuestro juicio, el plegamiento de este hullero. Más adelante desarrollaremos estas mismas ideas con alguna mayor extensión.

Don Luis Adaro, en su trabajo titulado *Emplazamiento de sondeos para investigar la probable prolongación de los senos hulleros por bajo de los terrenos mesozóicos*, de 1914, participa de las ideas de Barrois, y admite con él la existencia de la que llama

Devoniano superior . . . .	{ Fameniense. . . . } { Frasnienne. . . . }	1.-Arenisca de Cué. Rectificada por Adaro con el nombre de <i>Arenisca del Naranco</i> .
		2.-Caliza de Candás con <i>Spirifer Verneuilli</i> (Candás, Requejo, Cornellana).
Idem medio.	Givetiense . . . .	3.-Arenisca con <i>Gosseletia</i> (Candás, Cornellana, San Román).
Id. inferior . .	{ Eifeliense. . . . } { Coblenciense. . . }	4.-Caliza de Moniello con <i>Calceola sandalina</i> (Moniello, Arnao, Vaca de Luanco).
		5.-Caliza de Arnao con <i>Spirifer Cultrijugatus</i> (Arnao, Santa María del Mar, Moniello, San Román, etc.)
		6.-Superior.—Caliza de Ferroñes con <i>Athiris</i> (Moniello, Trubia, Ferroñes).
		7.-Inferior.—Caliza de Nieva con <i>Spirifer histéricus</i> (Punta del Espín, Nieva, Laviana, Avilés, etc.)
	Tannusiense . . .	8.-Arenisca ferruginosa de <i>Furada</i> (Llumeres, Birabeche, Furada).

El eminente geólogo Emile Haug incluye en el devoniano medio, o meso-devoniano, la caliza del Eifel; es decir, las dos zonas de *Caliza de Moniello* y *Caliza de Arnao*, del *Eifeliense*, que Barrois coloca en la parte más alta del devoniano inferior. Nosotros seguimos la clasificación de Haug, de acuerdo, en este punto, con Adaro.

(1) Véase el trabajo *La Formación Uraliense Asturiana*, págs. 36 y 37.

(2) *La Formación Uraliense Asturiana*, págs. 30 y 31.

«famosa cuña sinclinal de Arnao». De estos criaderos, de la misma edad y de la misma disposición estratigráfica que los de Ferroñes, dice lo siguiente: «El examen de estos dos notabilísimos yacimientos »amparados contra las fuertes e incesantes erosiones cantábricas »por *cobijaduras anticlinales resueltas en falla*, induce a sospechar »que bien pudieran permanecer ocultas en otros lugares, entre el trias »y el hullero inferior o medio, al resguardo de los recubrimientos, »hojas transgresivas del estefaniense..... En resumen, el carbonífero »de Ferroñes parece así mismo acomodarse al plegamiento; la capa, la »pizarra, el techo de caliza devoniana, el anticlinal cobijado, su re- »solución en falla, están como en Arnao, pero el pliegue no es el de »Arnao, ni el de Arnao es el de Tineo. Resulta que en el fondo de »muchos de los pliegues primarios pueden existir cuñas estefanienses, »restos de una formación transgresiva, puesta al descubierto en Fe- »rroñes, casi en contacto del hullero más bajo, por la acción sucesiva »de tres movimientos tectónicos....»

El eminente geólogo francés Mr. Pierre Termier (†), ha estudiado también la cuenca de Arnao (1), y aceptando, en principio, el corte estratigráfico de Barrois, y aún exagerándolo un poquito, ve en este hullero un «pliegue acostado» (fig. 4), que explicaría la inversión de terrenos que ofrece esta cuenca. En su comunicación a la Academia de Ciencias de París, del 18 de Marzo de 1918, titulada *Anomalías en el contacto del hullero y del devoniano de Arnao*, presentó un dibujo de la planta del terreno de Arnao, bastante preciso, y tres cortes transversales del mismo, que describe del siguiente modo: «La disposición general, es la de un pliegue muy acostado al S. E. »Este pliegue, se va apretando gradualmente hacia el S. O. y la faja »hullera, que no tiene más de un centenar de metros de espesor, cerca »de Santa María del Mar acaba en punta, un poco más lejos, en me- »dio de las areniscas devonianas, sobre la vertiente de la loma de »San Adriano. La mayor anchura de la banda, de unos 500 metros »aproximadamente, está en el sitio llamado las Chavolas; el espesor »del hullero es allí de unos 150 a 170 metros. En la parte de la mina »submarina, que se extiende debajo de la concha de Arnao, la poten- »cia del hullero es menor de cien metros, y es más pequeña aún en la »parte de la mina situada al N. O. de dicha concha, parte que está se- »parada de la precedente por un brusco repliegue anticlinal (cor- »te III), llamado la *loma* y en dirección S. N., aproximadamente. »En las labores de arranque más avanzadas de esta región N. O. de la »mina, al O. de la Loma, el hullero no parece tener más de unos 20 »metros de espesor entre la roca milonítica del muro y la del techo.

---

(1) *La Formación Uraliense Asturiana*, pág. 35.

SEGÚN PIERRE TERMIER (1918)

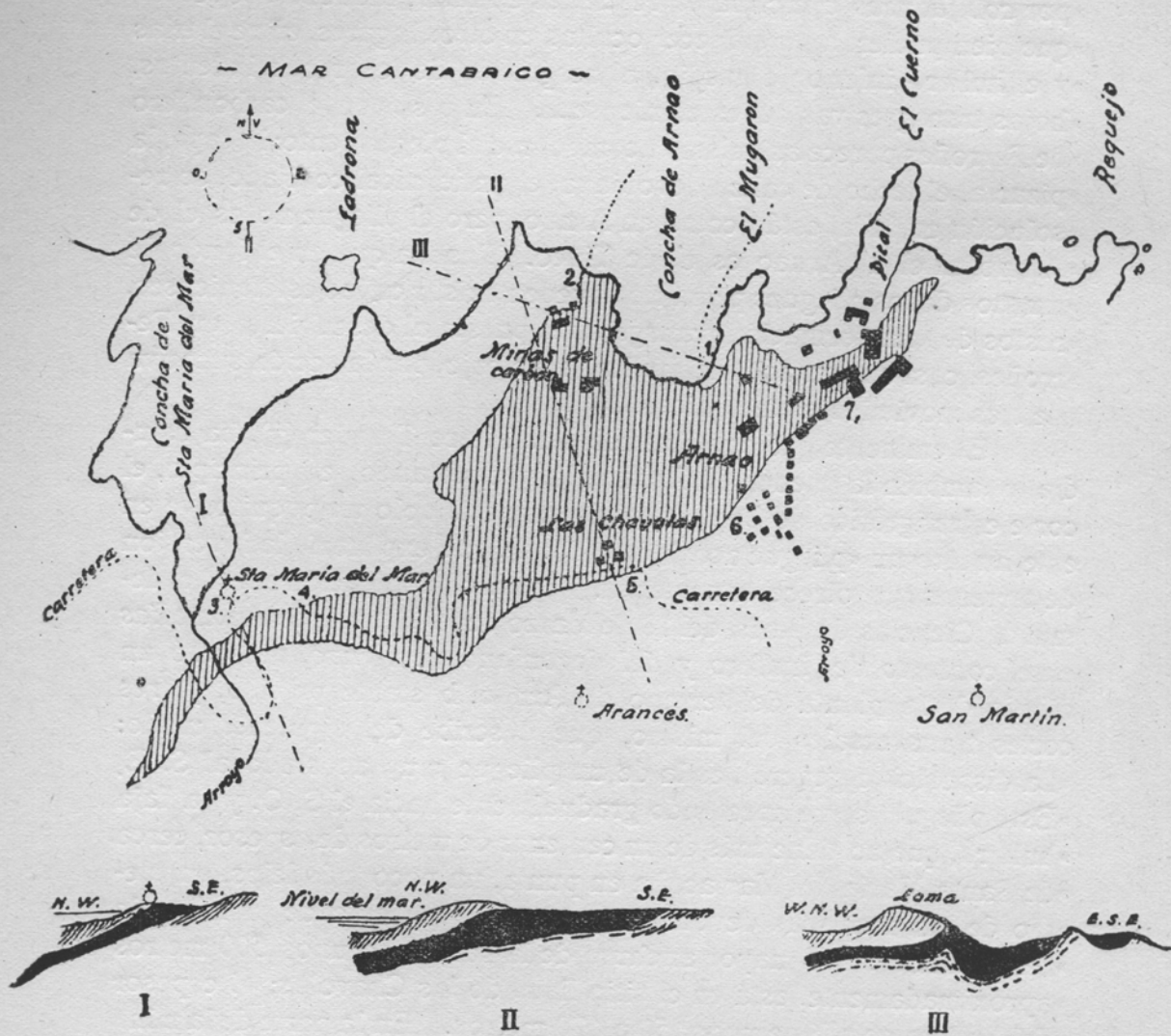


Fig. 4

Plano geológico del pliegue acostado hullero de Arnau y cortes geológicos transversales de este pliegue. En el plano, el hullero está rayado y el devoniano se ha dejado en blanco. En los tres cortes, el hullero está en negro y el devoniano está representado por líneas que indican la marcha general de los bancos; la superficie del mar está indicada por una línea horizontal.

Escala del plano 1 : 20.000.

» El pliegue acostado se prolonga en el mar en la dirección  
» N. N. E. hasta una distancia desconocida. Al S. del promontorio el  
» *Mugarón*, se divide, y aunque el hullero no sea visible hoy por de-  
» bajo de las edificaciones de la fábrica de cinc, la topografía y la con-  
» tinuidad de los fenómenos miloníticos en el devoniano, indican cla-  
» ramente que un sinclinal accesorio, conteniendo hiladas hulleras  
» hasta muy cerca de la playa de la fábrica, avanza hacia el E. del  
» promontorio *El Cuerno*, y va, como el sinclinal principal, a perderse  
» en el mar. M. Barrois ha señalado, según los fósiles recogidos en  
» las calizas, la existencia de un tercer sinclinal cerca de Salinas, al  
» E. del promontorio *El Requejo*, sinclinal del que no se ve más que el  
» borde devoniano y que se oculta en seguida bajo el trias. La inves-  
» tigación del hullero aconsejada por M. Barrois, no ha sido efectuada.»  
Mr. Termier ignoraba, sin duda, al hacer esta última afirmación, los  
trabajos de sondeo de que anteriormente hemos hecho mérito.

De otra parte, la interpretación que hace este geólogo de la  
cuenca de Arnao es, sin duda, la más complicada de todas; en sínte-  
sis, acepta algunas de las ideas de Barrois: el pliegue anticlinal en  
cobijadura resuelto en falla, supuesto por este geólogo, substitúyelo  
Termier por un «pliegue acostado» que explica la inversión de los es-  
tratos devonianos respecto al terreno hullero, y además, la observa-  
ción de las zonas miloníticas o de rocas de fricción, entre ambos te-  
rrenos, le conducen a admitir la existencia de *un corrimiento del hulle-  
ro sobre el devoniano*, anterior a la formación del pliegue acostado; de  
donde deduce que el contacto entre los dos terrenos es *una superficie de  
acarreo*. Y aunque por la flora, tanto del hullero de Ferroñes como  
del de Arnao, reconoce Termier que estos yacimientos son claramen-  
te más modernos que los de la cuenca productiva central de Asturias,  
considéralos, no obstante, como del «westfaliense superior», discre-  
pando en esto de Barrois, que los coloca, a nuestro juicio, muy acer-  
tadamente, en la «hilada de Tineo», o sea en el hullero superior,  
(upper coal measures). Los motivos que tuvo Termier para conside-  
rar este hullero de Arnao como el más moderno de los pisos hulle-  
ros de la cuenca central de Asturias, es la consideración de los arras-  
tres que la observación de las milonitas le inducen a admitir, llegan-  
do a las siguientes conclusiones, que expone en su nota a la  
Academia de Ciencias de París del 2 de Abril de 1918.

«Llego, pues — dice Termier —, a esta conclusión necesaria.  
» En el Norte de Asturias, después del depósito de las últimas hiladas  
» westfalienses y anteriormente al plegamiento general que se ha pro-  
» ducido, sin duda en la época estefaniense, ha habido transportes que  
» han desplazado en diferentes sitios ciertos pisos primarios y los han  
» arrastrado más o menos lejos de su substratum original. El hullero

»de Arnao, que es sin duda el más moderno de todos los pisos de Asturias, y *que no se parece a ningún otro*, no está hoy en contacto con el terreno sobre el cual se ha depositado, y las condiciones de su depósito jamás nos serán conocidas. Quizás se haya formado sobre un espeso sistema del westfaliense medio; quizás haya tenido por muro original el dinantiense (caliza carbonífera). Por el corrimiento en cuestión ha tomado la forma de una *nappe* o manto de recubrimiento, cuyas hiladas han permanecido casi horizontales, fijándose, después de un arrastre de amplitud desconocida, sobre el devoniano, poco inclinado en general, mas sin embargo un poco plegado. En este manto de recubrimiento, el trastorno producido por el arrastre es casi nulo, salvo en la misma base, pero en el substratum devoniano, los fenómenos de trituración, consecuencia del movimiento del manto y del cepillado que éste ha ejercido, son muy intensos y afectan una zona de 50 metros de espesor, por lo menos. El manto de recubrimiento ha podido extenderse hacia el N. y el E. Al S. no ha ido más que hasta Ferroñes, y a partir de este punto hasta las llanuras de León, todo el hullero conocido tiene, por substratum actual, su substratum de origen, salvo las supresiones de pisos poco importantes, que han resultado, localmente, del plegamiento estefaniense. Este plegamiento (que llamo *estefaniense* para fijar las ideas), ha doblado el manto de recubrimiento de Arnao, y los otros mantos, si es que los ha habido, de la misma manera que ha doblado el hullero autóctono, y como este plegamiento ha sido muy intenso y los pliegues que ha producido han sido a la vez muy agudos y múltiples, la misma disimetría se ha introducido en el pliegue de Arnao que en los pliegues del hullero autóctono. El manto de recubrimiento debiera estar doblado, puesto que ha sido replegado sobre sí mismo; no obstante, es simple, y el flanco inverso del sinclinal acostado ha desaparecido, lo mismo que en Ferroñes; únicamente la milonita es casi simétrica en el techo y en el muro de la lámina hullera, sin duda porque la milonita original era de gran espesor, mucho más espesa que hoy, y el estiramiento no ha podido hacerla desaparecer enteramente en ninguna parte. Debo hacer constar la circunstancia verdaderamente sorprendente, de que en toda una región de la mina de Arnao, cuya superficie es de varias hectáreas, la capa de hulla, inalterada, sin roturas, de aspecto tranquilo y de espesor normal, ha perdido su muro habitual de arenisca y su techo habitual de pizarra, y apenas se halla separada del devoniano que la recubre y del devoniano que la soporta más que por la milonita, mezclada aquí con arcilla hullera y bloques de caliza eifeliense. Esto obedece, al parecer, a que el manto de recubrimiento estaba reducido, en esta región, antes del plegamiento, a unos veinte o treinta metros de es-

»pesor: que el *estiramiento, por arrastre, suprimió pisos enteros sin romper la capa, comportándose ésta como una materia elástica*: que en seguida, el plegamiento del manto así adelgazado y del devoniano sub-yacente (plegamiento en el cual el flanco inverso del sinclinal hullero acostado ha desaparecido), se ha realizado sin haber alterado la integridad de la capa de hulla y sin hacerla perder su apariencia tranquila. Estos son muy curiosos fenómenos y confunde el ánimo el contraste entre el buen estado de conservación de esta capa de hulla, tan frágil, y los violentos efectos mecánicos experimentados por las hiladas de areniscas, pizarras y calizas, situadas inmediatas a ella.»

Nosotros no compartimos en modo alguno estas ideas de Termier, y creemos que las cosas no han ocurrido en la forma tan complicada como las explica este geólogo. En resumen, la observación de las anomalías del contacto entre el devoniano y el hullero de Arnao, le conduce a otras anomalías tan inexplicables como la desaparición del flanco inverso de un pliegue acostado, de cuya existencia no hay ni siquiera indicios en Arnao; el aspecto tranquilo de la capa de hulla, tan frágil, que en una región de la mina ha perdido su techo y su muro habituales y se halla encartada entre las hiladas devonianas, violentamente plegadas y tan sólo separada de ellas por la milonita; que el manto de recubrimiento, replegado sobre sí mismo, debiera estar doblado y, sin embargo, es simple y algunas más. Pero entonces, ¿cuál es la significación de las milonitas de Arnao, de cuya existencia no puede dudarse? En su plano geológico, señala Termier siete regiones miloníticas, que minuciosamente describe. Las analizaremos rápidamente.

De estas siete regiones, sólo dos, a nuestro juicio, las señaladas con los números 2 y 4, es decir, la de la punta de las Arribas, y la situada cerca de la Iglesia de Santa María del Mar, son francamente miloníticas. Como indicamos en nuestro croquis geológico ( lám. I), las hiladas hulleras depositáronse dentro de un canal socavado por la acción de las aguas sobre los estratos, ya plegados, del devoniano; movimientos posteriores a estos depósitos carboníferos (probablemente permianos), produjeron fallas, roturas y transportes de estos terrenos; un empuje de dirección NO.-SE. arrojó sobre el hullero de Arnao la *nappe* «Santa María del Mar - Punta de las Arribas», y este esfuerzo tangencial dió origen a un pliegue inclinado del hullero, cuyo plano axial buza al O. De consiguiente, el contacto, verdaderamente anormal entre los dos terrenos, corresponde tan sólo a las superficies de acarreo existentes entre las pizarras del techo de la capa de carbón de Arnao, el banco de la arenisca del muro (rama occidental) y los lechos de calizas y pizarras devonianas que

recubren y soportan aquellos estratos. Al borde más oriental de la superficie superior de acarreo corresponden las regiones 2 y 4 estudiadas por Termier. Pero las demás, es decir, la 1, 3, 5, 6 y 7 corresponden al contacto normal, a nuestro juicio, del terreno hullero y de las hiladas devonianas plegadas subyacentes. En todas estas regiones, y principalmente en la primera, sobre la playa de Arnao, y un poco al E. de la caseta de baños, se observa el contacto de los estratos de pizarras y areniscas del hullero, ligeramente inclinados e intactos, es decir, sin lechos triturados, descansando naturalmente sobre una zona detrítica de carácter aluvional, de cantos rodados de caliza eifeliense, de formación anterior, a nuestro juicio, al depósito hullero. Según esto, creemos que el hullero de Arnao es completamente autóctono; que su posición geográfica no tiene nada de anormal, pues corresponde, como luego hemos de ver, al extremo más septentrional del canal hullero que baja de la cordillera cantábrica hasta el mar, siguiendo la curvatura de los pliegues paleozoicos del occidente de Asturias: que su edad corresponde a la del hullero superior de Grand d'Eury, y que este hullero se ha depositado después de los grandes movimientos hercinianos que plegaron la cuenca moscoviense central asturiana.

La existencia, en el terreno hullero de Arnao, de esta *nappe* (Santa María del Mar-Punta de las Arribas), que a tan diversas y contradictorias interpretaciones ha conducido a los geólogos e ingenieros que le han estudiado hasta aquí, como acabamos de ver, no es más que un episodio muy local, contemporáneo de los movimientos geotectónicos, probablemente de edad permiana, que han dado origen a la gran falla paleozoica Playa de Salinas-monte Areo, y que produjeron el corrimiento en masa hacia el E. de la región más septentrional de la costa cantábrica, cabo de Peñas-cabo de Torres, como con algún detalle hemos de ver más adelante.

De esta rápida requisitoria a través de las diversas interpretaciones de que han sido objeto los importantes yacimientos de Arnao, se desprenden las dificultades que ofrece su estudio, los tanteos, las dudas, las vacilaciones a que se presta su examen; pero un hecho claro y evidente a nuestro juicio, se deduce también, y es que, seleccionadas cuidadosamente las distintas ideas y observaciones de tantos geólogos e ingenieros, utilizando muchos datos de unos y de otros, compulsados y ampliados con las observaciones personales sobre el terreno, creemos haber conseguido aportar al conocimiento de estos interesantes yacimientos, una interpretación nueva, basándonos, de una parte, en algunos elementos de juicio antiguos, propios y ajenos, y de otra, en las conclusiones que acerca de la tectónica del país asturiano, expusimos en nuestro trabajo presentado al primer

Congreso Nacional de Ingeniería (1), que nos facilitaron extraordinariamente nuestra labor y las investigaciones de detalle que hemos hecho posteriormente.

## II

### GENERALIDADES ACERCA DE OROGENIA Y TECTÓNICA ASTURIANAS

Cuando hace algunos años hicimos una breve visita a estas minas de Arnao, con ocasión de nuestro estudio general acerca del hullero superior asturiano, nuestro principal objetivo era comprobar la posición, en discordancia, de este terreno hullero, sobre el devoniano e identificar su facies con la de las cuenquécitas del valle del Narcea. Hicimos algunos croquis rápidos, pero sin estudiar el detalle ni detenernos, por lo tanto, a observar el pliegue de Arnao. Recorrimos transversalmente el hullero, desde Arnao hasta Santa María del Mar, un poco internados, siempre sobre las pizarras de este terreno, y comprobamos que se encontraba ligeramente plegado y yacía en discordancia sobre el devoniano, es decir, en una disposición análoga al carbonífero de la cuenca del Narcea, pero no reconocimos el trozo de pizarras y calizas devonianas que recubre la rama O. del pliegue hullero, desde Santa María hasta la concha de Arnao, y al observar el borde N. E. de este trozo, en los acantilados de la playa, borde que actualmente se conoce con el nombre de punta de las Arribas, y antiguamente con el de la Vela, supusimos que estos bancos serían también hulleros (2), sin notar la discordancia manifiesta que existe entre ellos y el carbonífero subyacente ni los fósiles devonianos que encierran.

Reconocida por nosotros en aquella visita, la existencia de la gran falla o escotadura de la Ría de Avilés y Playa del Espartal, no sospechábamos, sin embargo, que pudiera tener este importante accidente tectónico una relación tan inmediata, y por otra parte, tan fácilmente observable, con el carbonífero de Arnao, y con sus anomalías estratigráficas, como luego hemos de ver.

En este estudio, hemos procedido en un orden inverso al seguido por nuestros antecesores, que se limitaron a la observación de los detalles estratigráficos, de donde algunos de ellos, como los Sres. Barrois y Termier, han sido conducidos a conclusiones generales de orden tectónico, que no podemos compartir.

Por el contrario, nuestras observaciones sobre el terreno, las

---

(1) *La Formación Uraliense Asturiana*, Gijón, 1920.

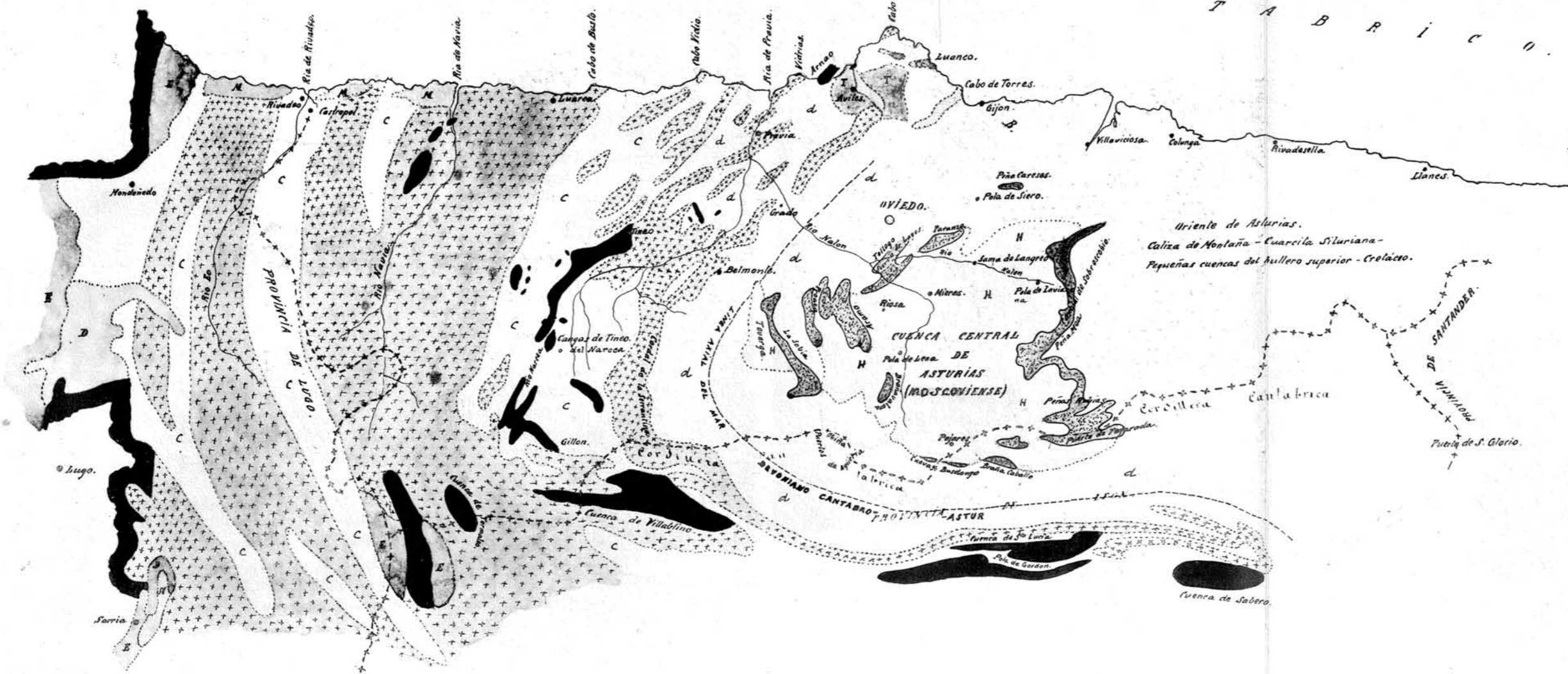
(2) Loc. cit., pág. 32.



orientamos desde un principio, con arreglo a las ideas generales que sobre los plegamientos, roturas y depósitos hulleros post-west-falienses de esta región cantábrica, hemos expuesto en nuestros estudios anteriores, y de ellas hemos descendido a los detalles.

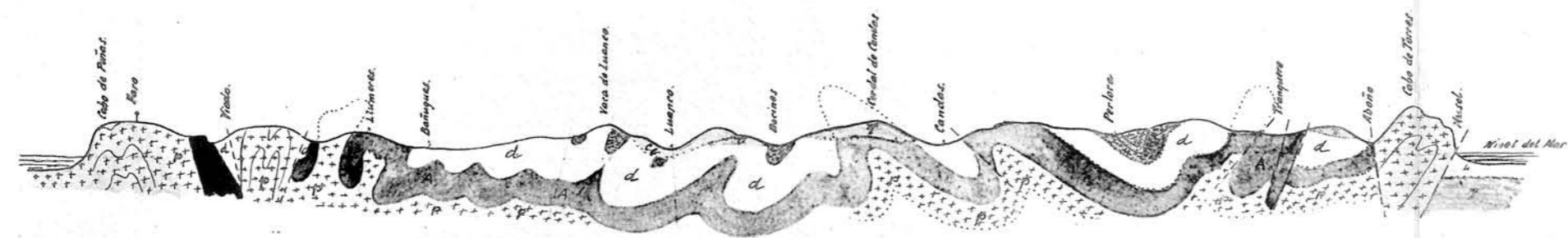
En la lámina II, «Bosquejo geológico de la región occidental y de la cuenca central de Asturias», exponemos un resumen gráfico de estas ideas. Tomando como base el «Bosquejo geológico de Asturias (1915), de los Sres. Adaro y Junquera, de su obra *Criaderos de hierro de Asturias*, modificada la zona occidental con arreglo a los recientes estudios del distinguido ingeniero del Instituto Geológico de España, D. Primitivo Hernández Sampelayo, de su obra *Hierros de Galicia* (1922), hemos trazado nuestro bosquejo, en el que suprimiendo detalles innecesarios para nuestro objeto, hemos procurado hacer resaltar los dos procesos completamente distintos, de sedimentación hullera, moscoviense y uraliense, de las cuencas cantabro-asturianas. La cuenca central, se ha formado, a nuestro juicio, en una cubeta preexistente, de la caliza de montaña, cuyo borde meridional, más realzado, correspondería a la vertiente septentrional de la cordillera cantábrica, quizá esbozada ya por los movimientos caledonianos. La caliza dinantiense de la región oriental de Asturias, depositada sobre el tramo de la cuarcita de los Cabos (Ordoviciense), constituye el borde oriental de dicha cubeta, y corresponde a una zona de emersión iniciada desde el siluriano inferior. El borde occidental de la cubeta moscoviense, constitúyenlo los cordales cuarcitosos silurianos entre los cuales se contienen los tramos devonianos de Asturias, y que forman un arco elíptico, cuyo foco occidental corresponde, aproximadamente, al centro de la cubeta. En cuanto al borde septentrional, hundido y recubierto por los terrenos mesozoicos y terciarios, sólo queda de él un testigo interesante: la Peña de Careses, de caliza dinantiense, tan certeramente reconocida y estudiada por Termier en su nota a la Academia de Ciencias de París de 6 de Mayo de 1918.

La caliza del fondo de la cubeta quizá descansa también, casi toda ella, sobre la cuarcita de los Cabos, como ocurre en la región oriental, y todo hace sospechar que durante el período devoniano estas dos regiones, central y oriental de Asturias, se hallaban emergidas, así como la mayor parte de la occidental, y el mar abierto, devoniano, que, según varios indicios, existía en el centro de España, después de bordear la vertiente meridional de la cordillera cantábrica, cuyo relieve estaba esbozado ya, penetraba en Asturias por un ancho canal de curvatura elíptica, cuyo eje aproximadamente hemos señalado con una línea de trazo y punto; es decir, siguiendo ya la dirección de los arcos de plegamiento cambrianos y silurianos que, a



- D Terreno Diluvial
- M " Mioceno
- Cc " Cretáceo
- T " Trias
- " Hullero superior
- H " Hullero medio
- Caliza de montaña
- d Terreno devoniano
- siluriano
- c " cambriano
- A Extra cristalino
- Rocas hipogénicas

CORTE VERTICAL ESQUEMÁTICO DE LA COSTA ENTRE LOS CABOS PEÑAS Y TORRES. SEGUN LA LINEA A. B. POR LOS INGENIEROS DE MINAS. L. ADARO Y G. JUNQUERA.



- Cc Terreno Cretáceo
- t " Triásico
- T " Triásico
- Caliza de montaña
- Mármol grisáceo
- Arenisca devoniana superior
- d Calizas del Devoniano medio
- Arenisca del Devoniano inferior
- Pizarras de Luarca
- Granocáliza

Bosquejo geológico de la región occidental y de la cuenca central de Asturias.

nuestro juicio, deben ser contemporáneos de la cadena Caledoniana (1).

Desde el estrato cristalino de Galicia hasta los sedimentos del siluriano superior, existe indudable concordancia, pero no así entre éstos y los sedimentos devonianos y hulleros, como creía Barrois, lo que le condujo a la conclusión, demasiado simplista a nuestro juicio, de que el *plegamiento en masa* de las capas primarias cantábricas, tuvo lugar al final de los tiempos paleozoicos, o sea que fué debido al movimiento herciniano.

«La presión lateral —dice Barrois—, a la cual referimos el plegamiento en masa de las capas paleozoicas cantábricas, no tuvo lugar hasta el fin del período paleozoico, pues los pisos devonianos y carboníferos, presentan la misma inclinación dominante que las formaciones precedentes, sobre las cuales están generalmente concordantes. Nuestros cortes, de conformidad con los planos geológicos de G. Schulz, muestran que los afloramientos paleozoicos cantábricos, afectan todos la forma de medias lunas, encajadas unas en otras, de convexidad mirando hacia el O. La forma elíptica de estos arcos acentúase más y más a medida que se avanza hacia el E. y se pasa del terreno siluriano a los terrenos devoniano y carbonífero. El eje mayor de estas elipses es paralelo al eje de la cadena de los Pirineos actuales; encuéntrase también en el macizo carbonífero de los Picos de Europa numerosas inclinaciones N. y S. correspondientes a las ramas de estas curvas, y que deben obedecer a las resistencias crecientes, opuestas a la misma presión lateral procedente del O. Esta estructura ha dado lugar a considerables complicaciones de detalle

---

(1) Macpherson consideraba la cordillera cantábrica «como obra de la influencia que los terrenos arcaicos de Galicia, previamente plegados en la época *pre-cambriana*, ejercieron sobre el plegamiento herciniano: terrenos arrugados que fueron en parte cubiertos por la serie secundaria y con posterioridad nuevamente arrollados y dislocados por la serie de presiones tangenciales, que han dado por resultado la formación de la Cordillera Ibérica.»

Solamente Adaro, con una gran clarividencia a nuestro juicio, alude repetidas veces, en su obra sobre los hierros de Asturias, a los movimientos caledonianos. «La descripción detallada —dice Adaro— de todas estas bandas (de cuarcita siluriana), nos llevaría fuera de los linderos propios de un trabajo destinado a la investigación de los minerales de hierro, por lo cual nos limitaremos a remitir al lector al bosquejo geológico en donde hemos figurado las principales de dichas bandas, incluyendo entre ellas la de Cué, que Barrois atribuyó al devoniano superior, por la circunstancia de servir de asiento a la caliza carbonífera, no sospechando que pudiera existir una regresión del mar devoniano del N. E. al S. O., como efecto inmediato de los movimientos caledonianos, que en Asturias han pasado inadvertidos a la mayoría de los geólogos.»

Véase nuestro estudio «La Meseta Ibérica». Revista *Ibérica*, núms. 697, 698 y 703, del año 1927.

»en la disposición estratigráfica de los macizos devoniano y carbonífero de Asturias; ya hemos descrito numerosas fallas y dislocaciones locales; pero no obstante, aún puede reconocerse la huella del gran movimiento del suelo, tan claramente acusado que afectó a los macizos ante-devonianos de los montes cantábricos.

»Además de este plegamiento general sobrevenido hacia el fin de la época paleozoica, diversos movimientos contemporáneos de su formación, han trastornado los terrenos primarios; estas oscilaciones han separado, entre sí, las hiladas, y nos han explicado los cambios orográficos, las variaciones de la fauna, la acumulación y el origen de los sedimentos clásticos, y han producido a veces, como ya hemos dicho, una disposición transgresiva entre diversas hiladas sucesivas. Tal es la disposición del terreno hullero superior al O. del terreno hullero medio: su estratificación transgresiva y su situación en pequeñas cuencas alineadas de N. a S. tienen una gran importancia teórica, por lo que nos prueban que los diversos movimientos que han afectado al suelo paleozoico de Asturias se han producido siempre en la misma dirección O-E. Reconócese, pues, en la Asturias Paleozoica, lo mismo que en los montes Hercinianos, en los Alpes, en la Erzgebirge, etc., el hecho de la repetición de los mismos movimientos en diferentes épocas.»

De la misma opinión de Barrois, respecto a orogenia del suelo asturiano, parece participar Hernández Sampelayo, pues en su obra ya citada *Hierros de Galicia*, dice lo siguiente (pág. 135): «A juzgar por el buzamiento de los estratos orientado de un modo constante hacia el O y S., se puede suponer que el mar profundo y la zona débil estuvieron en la parte oriental, donde se ofrecen los acantilados abruptos de las fallas imbricadas y repetidas, confirmando esta colocación la facies bathyal del siluriano y la extensión de los terrenos recubiertos hacia el E. El empuje debió actuar de E. a O. preferentemente, marcando el buzamiento la situación de la resistencia, de modo que en este episodio el macizo granítico gallego sirvió de región *frontera* (*vorland*), mientras que la *zaguera* (*interland*) hay que suponerla en Asturias. La demostración de la preponderancia del *empuje horizontal*, creemos verla en la constancia de los pliegues sinclinales; la acción vertical debió de ser pequeña y quedar representada en los escalones abruptos hacia el E.»

»La gran curvatura de los pliegues primarios, parece en efecto debida, según supuso Macpherson, a una desviación del plegamiento herciniano, originada por el choque contra la masa rígida de Galicia.»

Pero ya hemos visto que en el período devoniano, estos arcos de plegamiento estaban formados ya, como lo manifiesta claramente

la disposición y recorrido de las hiladas de este sistema, en la vertiente meridional de la cordillera cantábrica y en la parte occidental y septentrional de la cubeta moscoviana asturiana. Precisamente este proceso orogénico, más antiguo de lo que se había creído hasta aquí, preparó lógicamente la formación de la cubeta central, en la que pudieron efectuarse los depósitos del hullero medio.

Dicha cubeta es de carácter predominantemente marino, conteniendo tanto en su parte inferior como en la superior y aún en varios niveles intermedios, sedimentos propios de las cuencas hulleras parálicas, que encierran una importantísima y variada fauna de agua salada, lo que prueba que estuvo casi constantemente en franca comunicación con el mar. Los movimientos del final del westfaliense plegaron los estratos de esta cuenca, en la forma imbricada que Adaro detalla en su magnífico «Corte horizontal estratigráfico de la cuenca carbonífera central de Asturias» (1), y la forma de estos pliegues no acusa una prolongación de esta cubeta hacia el Norte, como sospechaba Adaro y es creencia casi general.

Los pliegues hulleros se cierran y juntan por debajo del cretáceo y del trias, en las inmediaciones de Pola de Siero, o sea en la vertiente meridional hundida de Peña Careses. Su misma imbricación denota claramente que tuvieron que ceñirse y doblarse dentro de un espacio restringido, rodeado por terrenos firmemente plegados y solamente en la parte occidental ofrecerían una menor resistencia los terrenos devonianos, lo que produjo la expansión, con fraccionamiento, de la cuenca hullera, hacia este lado, y la separación de un trozo de la misma, el hullero de Teverga, y la especial estructura del trozo de hullero medio que constituye la cuenca de Quirós, comprendido entre los macizos de caliza dinantiense de los puertos de Agüeria, La Sobia, del Aramo y Brañavalera.

De consiguiente, a nuestro juicio, la cuenca central asturiana, después de los movimientos hercinianos, afectó la forma de un gran corazón, cuyo vértice corresponde a la concavidad de los pliegues primarios. Sus bordes, de caliza dinantiense, realzados por aquellos movimientos, fórmanlos las sierras y macizos tectónicos de los Puertos de Agüeria, Cuevas, Busdongo, Brañacaballo, Puertos de Vegarada, Peña Rubia, Cordal de Sobrescobio, Peña Mayor, Peña Careses, Paranza, Lagos, Monte Sacro, Puertos del Aramo y La Sobia.

Los pliegues hercinianos westfalienses produjeron la emersión

---

(1) L. Adaro, *Emplazamiento de sondeos para investigar la probable prolongación de los senos hulleros por bajo de los terrenos mesozoicos*, 1914.

L. Adaro, *Atlas del estudio estratigráfico de la cuenca hullera central de Asturias*, 1926.

definitiva de esta región central de Asturias, y apretándolos, contribuyeron a modelar más vigorosamente los pliegues en arco elíptico de los terrenos cambrianos, silurianos y devonianos del occidente de la provincia, y los anteriormente orientados de E. a O. de la cordillera cantábrica.

En la vertiente meridional de esta cordillera, se formó un gran surco o canal que doblaba en Villablino, para penetrar en Asturias, siguiendo aproximadamente la dirección de la cuenca actual del Narcea, es decir, paralelamente a la dirección axial de los depósitos devonianos (lám. II).

Este canal elíptico, pasaba en Asturias por Gillón, Cangas del Narcea, Tineo, Pravia y Arnao, y se prolongaría, quizá, más hacia el N-E. En él se efectuaron los depósitos del hullero superior, que más tarde, los últimos movimientos hercinianos y enérgicas erosiones, fracturaron, aislaron, denudaron y plegaron, dejándolos reducidos a las cuencas esporádicas actuales. La forma elíptica de este canal puede seguirse fácilmente desde Sabero (León), de donde arranca la notable corrida cuarcitosa siluriana, que pasando al N. de las cuencas de Sabero, Santa Lucía y Villablino, penetra en Asturias, formando el cordal de la Serrantina, y entre Tineo y Belmonte se bifurca en forma de horquilla, una de cuyas ramas se rompe en Grado, para continuar formando las sierras de Bufarán y Gorfolí: vuelve a romperse en Tamón y termina en Monte Areo y Cabo de Torres; y la otra rama que desde Tineo, y pasando por Pravia, termina en el Cabo Vidrias.

Otros canales secundarios, de menor importancia, rodearon también la cuenca central asturiana, circundándola a la manera de una orla. Uno de ellos recorría el eje mismo de la cordillera y penetraba en Asturias, de un lado por Puerto Ventana, terminando en el pliegue isoclinal de la cuenca de Teverga (1) y de otro por el Puerto de San Isidro, recorriendo la región oriental de S. a N., aproximadamente hasta Infiesto; en este último depositáronse las cuenquecitas de Caso y de la Marea.

Al mismo tiempo el mar uraliense invadía las regiones oriental y septentrional de Asturias, y, posteriormente, el mar pérmico, regresivo, cubría también en gran parte estas mismas regiones. Al final del permiano, los últimos movimientos hercinianos plegaron enérgicamente los depósitos permo-hulleros, hallándose el foco principal de estos movimientos en la región de los Picos de Europa, cuya sublevación y vigoroso modelado datan, a nuestro juicio, de esta época (2).

---

(1) *La Formación Uraliense Asturiana*, págs. 9 y 21.

(2) *Asturias*, Guía del XIV Congreso Geológico Internacional. Madrid, 1926, pág. 75.

Claro es que los grandes movimientos terciarios de la época alpina, que tanto han influido en el relieve de los Pirineos, transmitieron sus ondulaciones, aunque un tanto atenuadas, hasta la cordillera cantábrica y acabaron de modelar su compleja estructura realizando su borde meridional mesozoico, y replegando en forma violentísima los canales del hullero superior de las provincias de León y Palencia, pero no creemos en la «influencia preponderante» de estos movimientos, como opinan Barrois y otros geólogos más modernos, Hans Stille, E. Cueto, etc., capaz de producir las grandes diferencias de nivel que se observan en los distintos terrenos hulleros Cantabro-Asturianos. «El relieve actual del suelo de los montes cantábricos —dice Barrois— es debido principalmente a este último accidente geológico, posterior al Eoceno, pues en efecto, no solamente ha determinado la elevación de las formaciones mesozoicas, sino que ha modificado sensiblemente el relieve de los macizos paleozoicos, singularmente denudados, por otra parte, desde la época hullera. Así, por ejemplo, es preciso achacar a la influencia de esta presión post-eocena, las diferencias considerables de nivel que presenta el terreno hullero de Asturias, explotado bajo el nivel del mar en Arnao, elevado 200 metros de altitud, no lejos de allí, al S. en la cuenca de Sama de Langreo, y a 2.000 metros en la cadena cantábrica.»

Como los procesos sedimentarios y orogénicos de la cuenca central de Asturias y de las del hullero superior han sido tan distintos y complicados, se hace sumamente difícil y en muchos casos imposible, clasificar las cotas de estos terrenos hulleros, pero, a nuestro juicio, es indudable que unas, principalmente las de la cuenca central son, en su mayor parte, westfalienses; otras, como las de los canales hulleros uralienses del occidente y oriente de Asturias y las del carbonífero de los Picos de Europa, datan probablemente del período permiano, y solamente las más cercanas al eje de la cordillera cantábrica, desde su parte central hacia Levante, son francamente de edad alpina.

### III

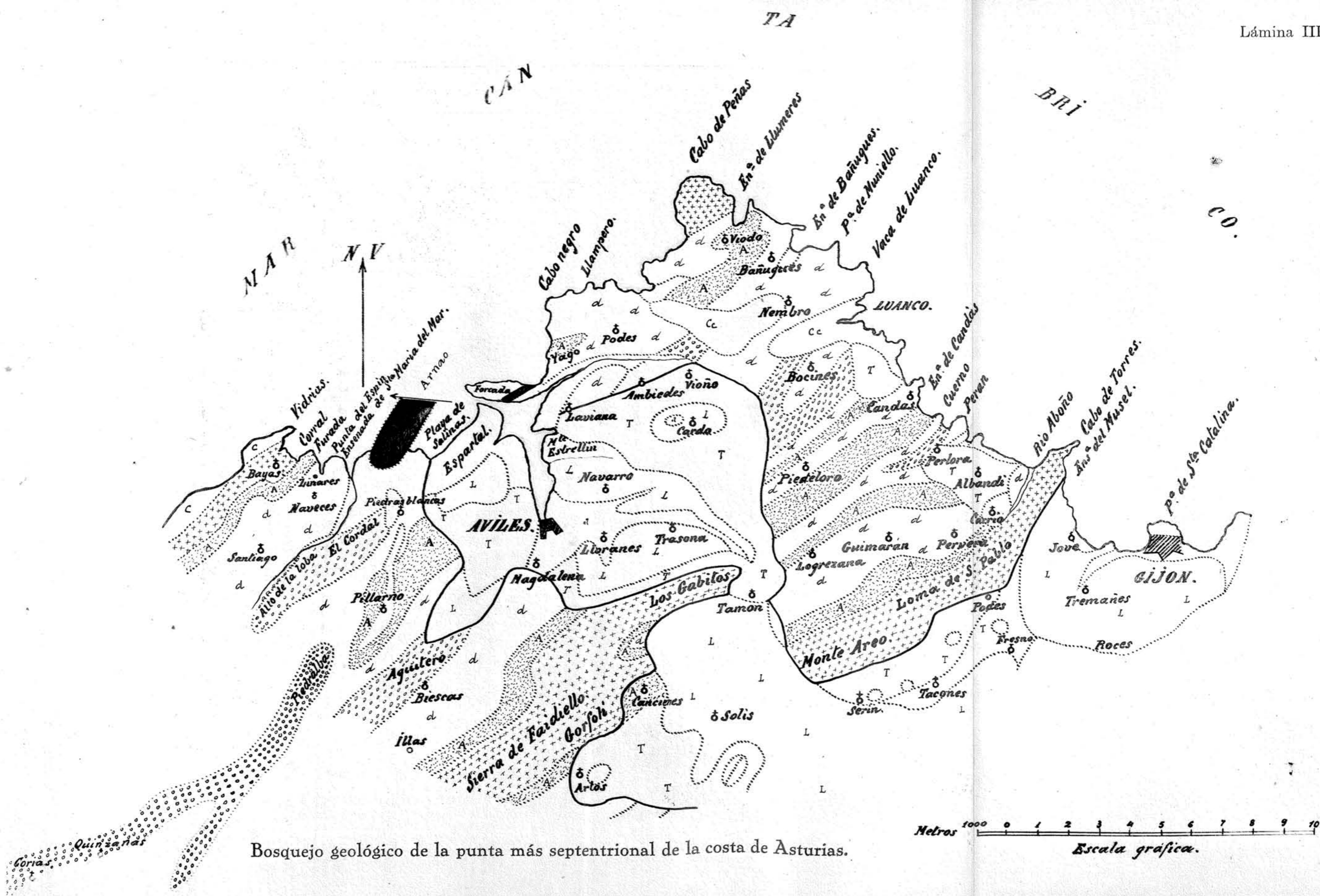
#### ESTUDIO GEOTECTÓNICO DE LA COSTA CANTÁBRICA, ENTRE LOS CABOS VIDRIAS Y PEÑAS

Nuestro estudio actual circunscribe a la cuenca de Arnao, depositada sobre la parte más septentrional del canal hullero del occidente de Asturias. Dicho terreno hullero se halla situado sobre las hiladas devonianas plegadas entre las dos ramas cuarcitasas ordovicenses de la horquilla tectónica que hemos descrito anteriormente. Los pliegues, claramente hercinianos (westfalienses) del devoniano, forman aquí un *synclorium*, del cual da una idea gráfica el interesante corte vertical esquemático de la costa, entre los Cabos Peñas y Torres, de los Sres. Adaro y Junquera ( lám. II). Pero como ya hemos dicho, un episodio orogénico de relativa importancia ha producido la fractura y el transporte en masa del extremo de dicha horquilla en dirección N. O.-S. E., aproximadamente, y este accidente, anterior al trias, cuyos depósitos aparecen horizontales en esta región, creemos, por las razones que vamos a exponer, que debe haber ocurrido en el permiano.

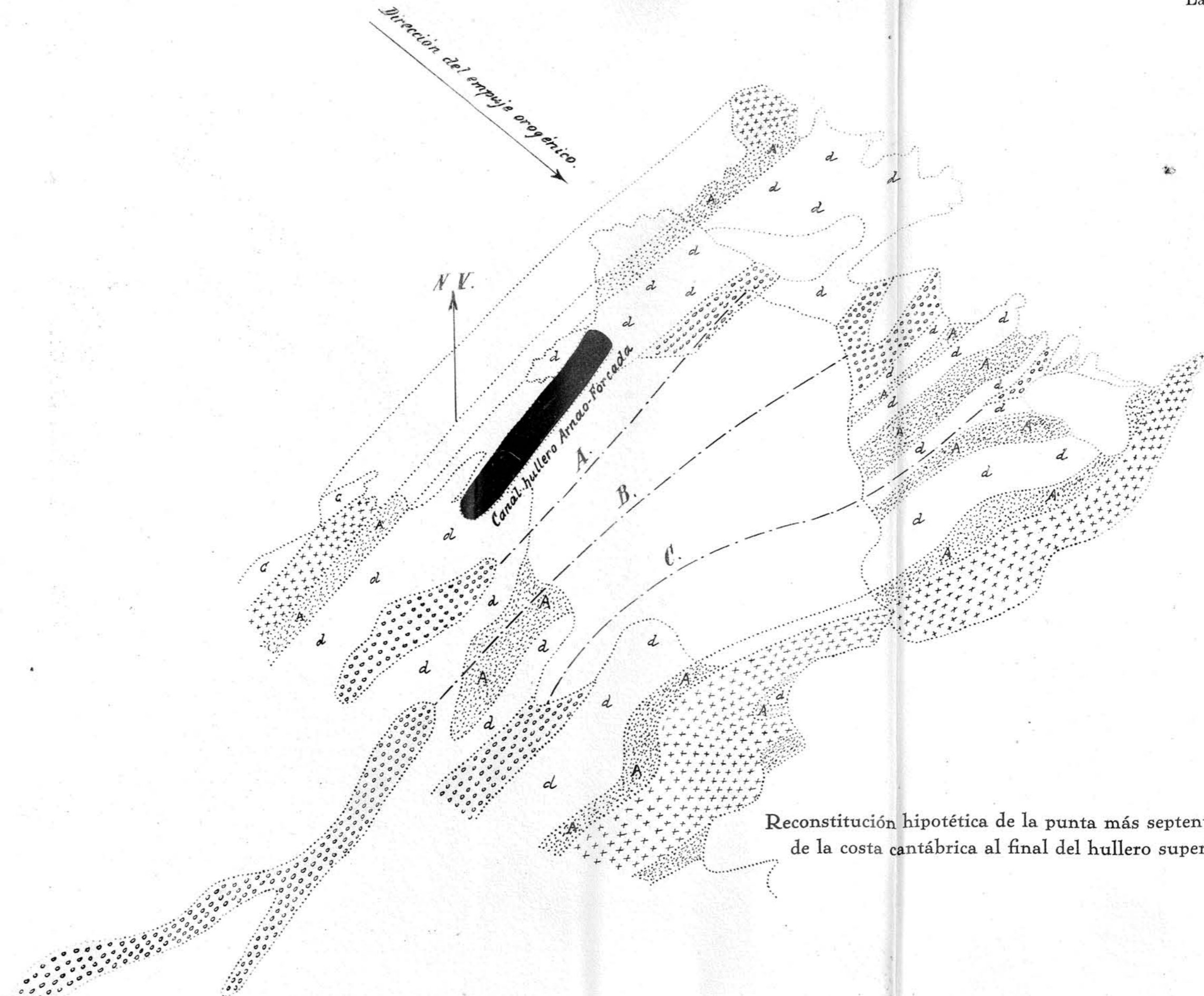
El «salto» del macizo Cabo de Peñas-Cabo de Torres-Monte Areo-Punta Forcada, ha sido de unos tres kilómetros y medio aproximadamente ( lám. III).

Schulz, después de describir los criaderos de Ferroñes, Arnao y Teverga, enclavados en el devoniano, da cuenta de algunos trabajos infructuosos efectuados en otros puntos de Asturias, entre los cuales cita uno que reviste gran interés para nuestro estudio. «En la ladera »o cabecera occidental del monte Areo —dice Schulz—, entre Serin y »Tamón, a legua y media E. de Avilés, se ha encontrado algún carbón »de piedra de buena calidad, al parecer en banco estrecho, dentro del »terreno devoniano, pero carecemos de pormenores sobre la situación »y circunstancias de dicho combustible. Sin embargo, es indudable »que en el terreno devoniano clásico, especialmente en sus bancos de »pizarrilla, se halla en algunos puntos de Asturias verdadero carbón »de piedra, aunque en capas tan sumamente delgadas, que no tienen »valor alguno industrial, porque no pasan del espesor de algunos »centímetros, aún cuando su extensión en longitud y profundidad »sea muy considerable; así lo han demostrado costosos trabajos de »investigación que sobre tales trazas de *hulla* se han seguido junto a »Pravia, también en Bascos del Concejo de Grado y en San Juan de »Nieva, al Norte de Avilés.»





Bosquejo geológico de la punta más septentrional de la costa de Asturias.



Reconstitución hipotética de la punta más septentrional de la costa cantábrica al final del hullero superior.

En efecto, este último terreno hullero, enclavado discordantemente entre las hiladas de «calizas y pizarras de Nieva» (devoniano inferior) de la punta Forcada, o sea de la entrada de la Ría de Avilés, tiene aquí una situación insólita. ¿Pertenece a un canal hullero distinto del de Arnao o tiene acaso una íntima relación con el mismo?

Examinemos los documentos paleontológicos y estratigráficos que hemos podido reunir respecto a esta interesante cuestión.

El hullero visible de San Juan está constituido por una faja de pizarras y areniscas, casi verticales, cuya dirección es N. 80° E., aproximadamente, y la inclinación de unos 85° al NO. El espesor de este afloramiento es de unos 150 metros: entre sus estratos existe una capita de carbón de 40 centímetros de potencia, que según nuestras noticias reconoció hace bastantes años la «REAL COMPAÑIA ASTURIANA», y dentro de cuyas concesiones se encuentra. En la época de la gran guerra, esta capa fué objeto de explotación clandestina, durante un corto tiempo, y en la pequeña escombrera, procedente de la galería en dirección que construyeron, hemos tenido la fortuna de recoger varios trozos de pizarras con impresiones vegetales.

Entre estos fósiles, nos ha parecido reconocer los siguientes: *Pecópteris íntegra* (Andrae. S. P.), *Pecópteris Pluckenetii*. Schl. *Pecópteris feminaeformis*, Schl. *Pecópteris (Asteroteka) Daubreei*—*Sphenópteris (Discópteris) cristata*, Brong. asociado a *Walchia piniformis*—, *Cordaites lingulatus*, Grand'Eury y *Annularia stellata*, Schl.

Esta flora es peculiar de la zona superior de la cuenca de Blanzý (afloramientos de Santa Elena), y correspondería, por lo tanto, al piso de los Calamodendros, es decir, a la parte alta del hullero superior. Algunas de estas especies se han encontrado ya en los terrenos carboníferos de Tineo y Arnao (1), tales como la *Annularia stellata* y *P. Pluckenetii*. Además, en estos últimos terrenos, encuéntranse otras especies, tales como: *Toeniópteris jejunata*, *Pecópteris Cyathea*, *Pecópteris arborescens*, *Alethópteris Grandini*, *Calamites Suckovi*, *Calamites (cannaeformis)*, *Calamites aproximatus*, *Odontópteris Brardí*, *Odontópteris genuina*, *Sigilaria Brardí*, *Cordaites angulostriatus*, *Sphenophyllum augustifolium*, *Shenophyllum oblongifolium*, *Walchia piniformis*, etc., que en unión de las encontradas por nosotros en el hullero de San Juan, constituyen el conjunto de la flora de la zona superior de la cuenca de Blanzý.

Barrois, analizando el pequeño número de especies de la flora de Arnao, reconocidas por H. B. Geinitz, se inclina a considerar este terreno como perteneciente a la base del hullero superior, propiamente

---

(1) *La Formación Uraliense Asturiana*, págs. 30 y 33.

te dicho, de M. Grand'Eury. Funda su opinión en la presencia simultánea, en Arnao, del *Odontópteris Brardí* y de las *Sigilarias acanaladas*, tales como la *Brardí cyclostigma*, *Knorri*, *mamillaris* (estas dos últimas, dudosas y propias del hullero medio), que sólo han persistido en la aurora del tramo hullero superior. Pero las dudas que ofrece la identificación del *Odontópteris Brardí*, confundido a veces, por los más eminentes paleobotánicos, con el *Odontópteris alpina* y con el *Odontópteris genuina* (de cuya última especie creemos haber encontrado una pínula en las pizarras del techo de la capa de Arnao, junto a la caseta de baños), hace sospechar que se trata más bien de la última de las especies citadas, tan frecuente en el piso de los *Calamodendros*. Pero aún cuando, en efecto, se tratara del *Odontópteris Brardí*, nótese que Zeiller ha colocado las capas hulleras de Saint-Bérain en el piso de los *Calamodendros*, a pesar de existir en ellas el *Odontópteris Brardí*, que llega en algunos sitios hasta la base del permiano (1), por más que en otros, como en la cuenca de la Loire, y quizá en la misma de Blanzý, tienda a desaparecer en la parte alta del hullero superior.

Por otra parte, la presencia en los terrenos hulleros de San Juan y de Arnao del *Sphenópteris cristata*, *Walchia piniformis*, *Pecópteris Daubreei*, *Pecópteris feminaeformis* y *Odontópteris genuina*, que han empezado a desarrollarse en la parte alta del hullero superior y han pasado al permiano, prueba, de un modo indudable, a nuestro juicio, la contemporaneidad de estos dos terrenos hulleros y su identificación con el piso de los *Calamodendros* de la cuenca de Blanzý.

Veamos ahora si los documentos estratigráficos, lo mismo que los paleontológicos, confirman la íntima relación que debe existir entre estos dos terrenos.

El corte estratigráfico de los pliegues del devoniano comprendido dentro de las dos ramas de la horquilla siluriana, entre el Cabo Vidrias y el monte Gorfolí, es análogo al dibujado por Adaro y Junquera, entre los Cabos de Peñas y Torres ( lám. II). Todas las hiladas del extremo occidental del sinclinaryum devoniano (cuyo eje coincide aproximadamente con las líneas Bocines, Avilés, Pillarno, recubierta casi toda ella por el secundario), desde el Cabo Vidrias, buzan, en la costa, hacia el O., excepto en el Cabo Negro, al N. de Avilés, donde aparecen sensiblemente horizontales, como ya había observado Schulz. Los estratos devonianos encuéntranse, pues, invertidos, en esta parte de la costa cantábrica, según se ha representado gráficamente en los cortes.

---

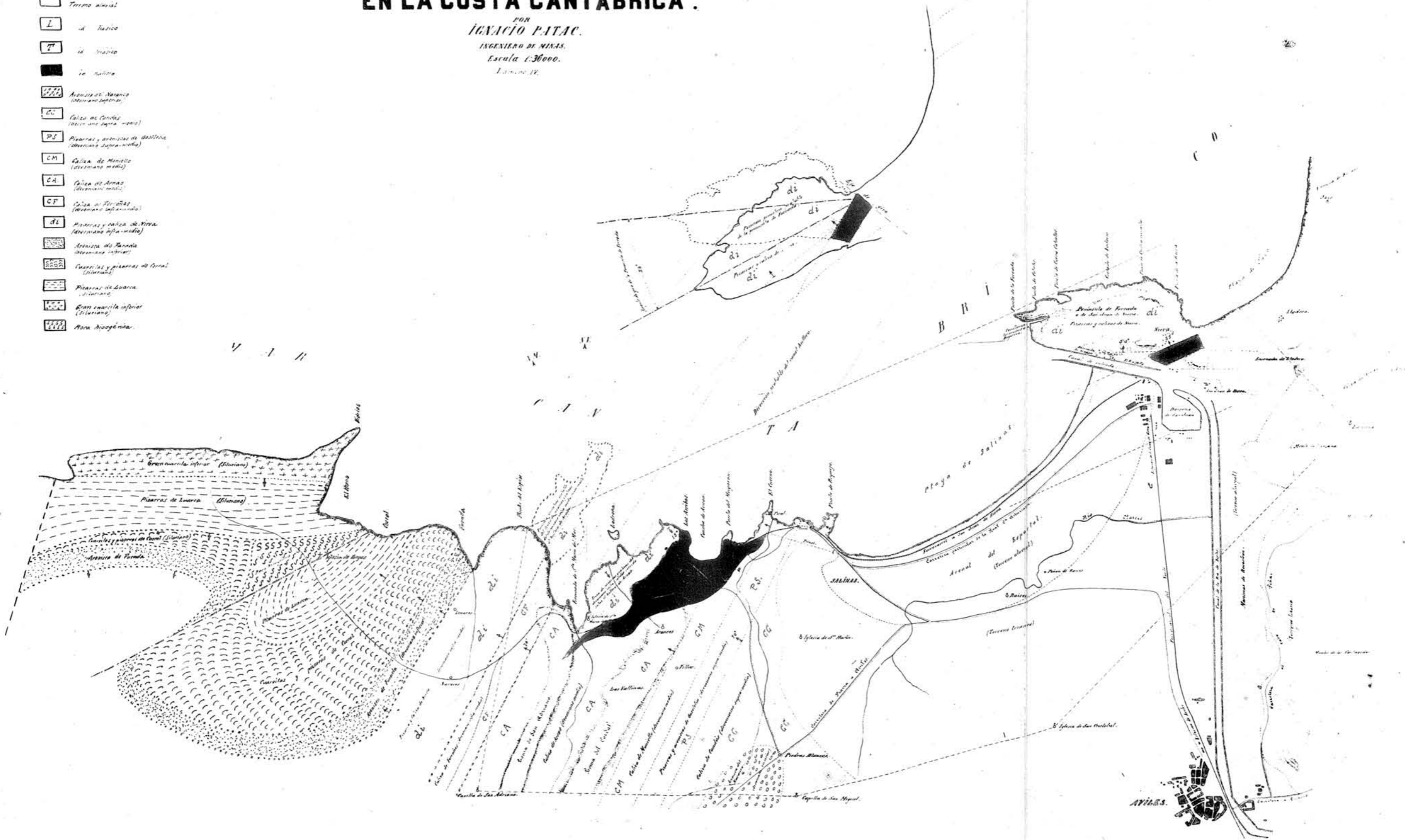
(1) R. Zeiller, *Flore fossile du bassin houiller et permien de Brive*, págs. 41 y 122.

# PLANO GEOLOGICO DE LA REGION DE ARNAO

## Y PUERTO DE SAN JUAN (AVILES) EN LA COSTA CANTABRICA.

POR  
**IGNACIO PATAC.**  
INGENIERO DE MINAS.  
Escala 1:3000.  
Lámina IV.

- Límites de la división interna de Arnao
- Terreno aluvial
  - L de basalto
  - T de basalto
  - de basalto
  - Arénica de Beranda (división superior)
  - di Caliza de Covadonga (división superior)
  - PS Pizarra y arenisca de Gualandru (división superior)
  - CM Caliza de Morillo (división media)
  - CA Caliza de Arnao (división media)
  - CF Caliza de Ferrol (división inferior)
  - di Pizarra y caliza de Verea (división inferior)
  - Arénica de Beranda (división inferior)
  - Cañadiz y pizarra de Corral (Siluriano)
  - Pizarra de Luarca (Siluriano)
  - Gran arenisca inferior (Siluriano)
  - Para Acogénica



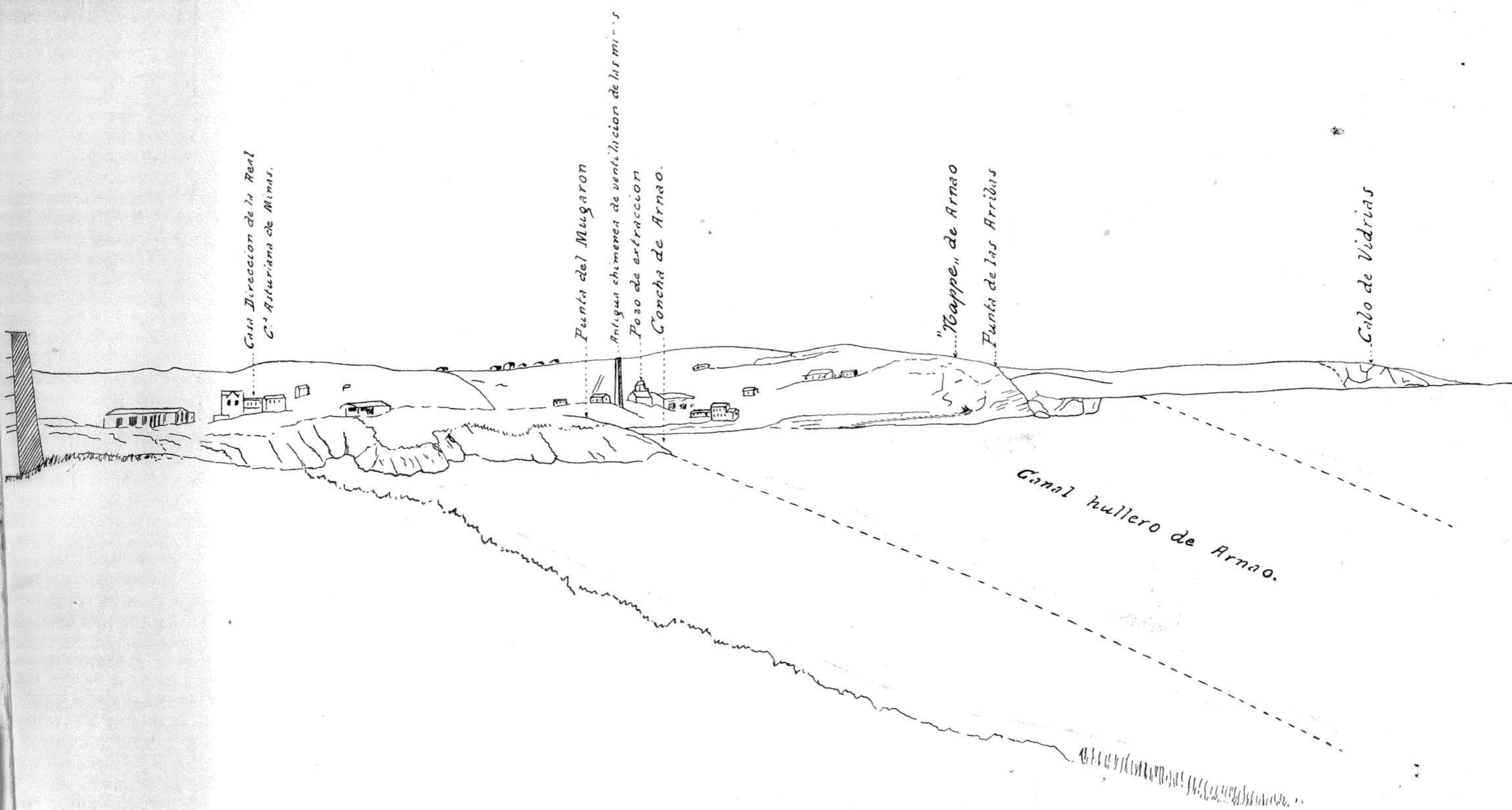
Apoyándonos en el *Bosquejo estratigráfico de la zona ferrífera central de Asturias*, de Adaro, y en nuestras propias observaciones, hemos trazado el bosquejo geológico de la punta más septentrional de la costa de Asturias (lám. III), en el cual se aprecian claramente los bordes rotos del primario, cuyo contorno se señala con una línea de trazo grueso. Dentro de este contorno se han depositado las hiladas secundarias del trias y del lias, sensiblemente horizontales, y los aluviones cuaternarios. De consiguiente, la gran fractura y el transporte del macizo Cabo Peñas-Cabo Torres, tuvieron que ser antetriásicos, y como por otra parte el hullero de San Juan aparece encartado y casi vertical, entre los estratos devonianos de dicho macizo, a consecuencia de un movimiento paleozoico, el gran episodio orogénico que analizamos debe haberse efectuado en el permiano.

De otra parte, la situación de los terrenos hulleros de Arnao y de San Juan, respecto a los terrenos subyacentes, es exactamente la misma. Ambos se encuentran sobre las zonas suprainferior y media del devoniano, o sea, sobre las *calizas* y *pizarras de Nieva*, con *Spirifer histéricus* (Puntas del Espín y Forcada) y *Caliza de Ferroñes* con *Athiris*, y las *calizas del Eifel*, o sea, de Arnao, con *Spirifer Cultrijugatus* y de *Moniello*, con *Calceola sandalina*. La dirección de los estratos devonianos entre Furada y la Punta de Requejo, es N. 45° E., aproximadamente, y su inclinación es de 70 a 80° al N. O. Pero en la península de Forcada o de San Juan, la dirección es N. 70° O. con inclinación de unos 50° al N. E. Esta aparente anomalía entre las direcciones de los estratos de la costa de Arnao y los de Nieva, obedece, a nuestro juicio, a un movimiento de giro, que en sentido contrario al de su movimiento, experimentó la Punta Forcada, al efectuarse el transporte del macizo Cabo de Peñas-Cabo de Torres. Este ángulo de giro, ha sido de unos 24° grados, aproximadamente, como detallamos en el plano de la lámina IV.

Por lo tanto, basándonos en la identificación paleontológica y petrográfica de los Cabos de Vidrias y de Peñas, y de las distintas zonas de estratos devonianos plegados dentro de las ramas de la horquilla Cabo Peñas-Cabo de Torres, deducida de los estudios de Barrois y de Adaro y Junquera, en esta región, y de nuestras propias observaciones, hemos hecho una reconstitución hipotética de la punta más septentrional de la costa cantábrica, al final del hullero superior, es decir, antes del rompimiento permiano y del empuje orogénico que transportó este trozo de la costa en dirección S. E. (lám. III). En este bosquejo geológico se aprecia claramente la justa correspondencia de los terrenos hulleros de Arnao y San Juan, como pertenecientes al mismo canal que sigue aproximadamente la dirección de los pliegues primarios, análogamente a lo que ocurre en los terrenos hulleros de

Tineo y Cangas de Tineo. Y es curiosa y sorprendente la correspondencia bien visible de los distintos pliegues y zonas del siluriano y devoniano. Las líneas A. B. y C. señalan la correspondencia entre los senos de la arenisca fameniense o del *Naranco* (del devoniano superior), a uno y otro lado del rompimiento. Es notable también la analogía de estructura estratigráfica de los Cabos Vidrias y Peñas, constituidos por la *cuarcita de los Cabos* (arenisca armoricana), y las *pizarras tegulares de Luarca*, con *Calymene Tristani*, del *Ordovi-ciense* (siluriano inferior), y las *pizarras y cuarcitas de Corral*, con *ampelitas*, que Adaro se inclinaba a considerar como la base del devoniano, pero que P. Hernández Sampelayo, confirmando la sospecha de Barrois, coloca en el *Gotlandiense* (siluriano superior). Después viene la faja de *arenisca de Furada*, del devoniano inferior, equivalente a la *vieja arenisca roja* del Norte de Europa, que parece corresponder a los primeros sedimentos litorales arenáceos del mar devoniano, que invadió esta región occidental de Asturias. Luego, las calizas de Nieva y de Ferroñes, del Coblenciense, y las de Arnao y Moniello, del Eifeliense. Pero además de todos estos estratos, existe en los dos Cabos que analizamos, una roca hipogénica diabásica, cuya erupción ha producido grandes dislocaciones en todas estas hiladas. La época de su erupción ha sido evidentemente post-devoniana, puesto que los estratos de este período aparecen dislocados en sus inmediaciones. No obstante, Barrois la incluye en sus *Mimofiros silurianos*, que considera inter-estratificados en el siluriano como «rocas cristalinas de elementos clásticos». Schulz llamaba *Eurito* a la roca hipogénica de Bayas, que está formada de pequeños fragmentos de cristales de feldespato triclinico, polvo micáceo, una pasta verde de clorita en escamas y pajitas y una masa serpentinoso. En general, esta roca eruptiva, está formada de una pasta verde microcristalina de cuarzo reciente con clorita y serpentina, con fragmentos de distintos tamaños, de feldespato y de cuarzo, que le dan una «facies porfídica», como decía Barrois. Adaro la llamaba «pórfido diabásico» y también Diorita.

Esta interesantísima roca, quizás tenga una íntima relación con los *mimofiros permianos*, de Barrois; tal vez constituya la facies francamente eruptiva de los mismos, o sea, la roca cristalina que, aparecida en forma de diques, al principio del permiano, constituyó más tarde la cantera de donde tomaron sus elementos detríticos, las famosas capas alternativas de margas y de mimofiros, de Gargantada, que con tanto detalle y con tan fina perspicacia ha estudiado Barrois. «Estas alternancias de capas de mimofiros y de margas —dice este geólogo— muestran que la gran masa eruptiva ha aparecido al comienzo de esta época (permiano) y que desde entonces ha habido



Casa Dirección de la Real  
C.ª Asturiana de Minas.

Punta del Mugaron

Antigua chimenea de ventilación de las minas

Pozo de extracción

Concha de Arnao.

"Kappe" de Arnao

Punta de las Arribas

Cabo de Vidrias

Canal hullero de Arnao.

Vista panorámica de Arnao desde El Pical





Vista panorámica de Arnao desde El Pical.

»erosiones y denudaciones variadas, como lo comprueban los cantos rodados de pórfido rojo que describiremos en detalle al hablar de los pórfidos.»

En todo el canal hullero elíptico del occidente de Asturias ha habido erupciones porfídicas variadas al principio del período permiano. Por ejemplo, los pórfidos de textura granitoide de Corias, y la micropegmatita de este mismo lugar; las tobas diabásicas de Santa Eulalia de Tineo y otras varias rocas cristalinas que aparecen en forma de diques eruptivos en el mismo terreno hullero, o en sus inmediaciones. De consiguiente, es muy probable que estas rocas hipogénicas de Bayas y del Cabo de Peñas, hayan aparecido inmediatamente después de efectuados los depósitos del hullero superior, y precisamente su erupción haya sido contemporánea del episodio orogénico que analizamos; es decir, de la fractura y el transporte en masa del macizo primario Forcada-Peñas-Torres-Areo. Claro es que la comprobación de esta hipótesis exige estudios mucho más detenidos de los que nosotros hemos podido efectuar.

Pero ahora lo que nos interesa, desde el punto de vista geológico industrial, una vez reconocido el hecho innegable del rompimiento primario de esta región cantábrica, es el examen detallado de los trozos del canal hullero accesibles a nuestra observación.

#### IV

#### TERRENOS HULLEROS DE ARNAO Y DE SAN JUAN

Después de lo dicho en los capítulos anteriores, el estudio de los criaderos de Arnao se facilita extraordinariamente.

Haciendo uso de los planos topográficos que se nos han suministrado en las oficinas de la «REAL COMPAÑIA ASTURIANA», hemos trazado el plano geológico de la región de Arnao y Puerto de San Juan de Nieva (lám. IV). En dicho plano hacemos resaltar la posición insólita del trozo de calizas y pizarras devonianas que recubren el terreno hullero entre Santa María del Mar y la Concha de Arnao.

En toda esta parte de la costa, las hiladas devonianas, casi verticales (70 a 80°), buzan al N. O., como se observa en los acantilados y en la trinchera de la carretera, que desde el sitio llamado las Chavolas, y bordeando el terreno hullero, baja a Santa María del Mar. Y sin embargo, las hiladas de las Arribas, devonianas, ofrecen una inclinación de sólo unos 15° al N. E. (véase la vista panorámica que hemos obtenido de este trozo de la costa). Por otra parte, su discor-

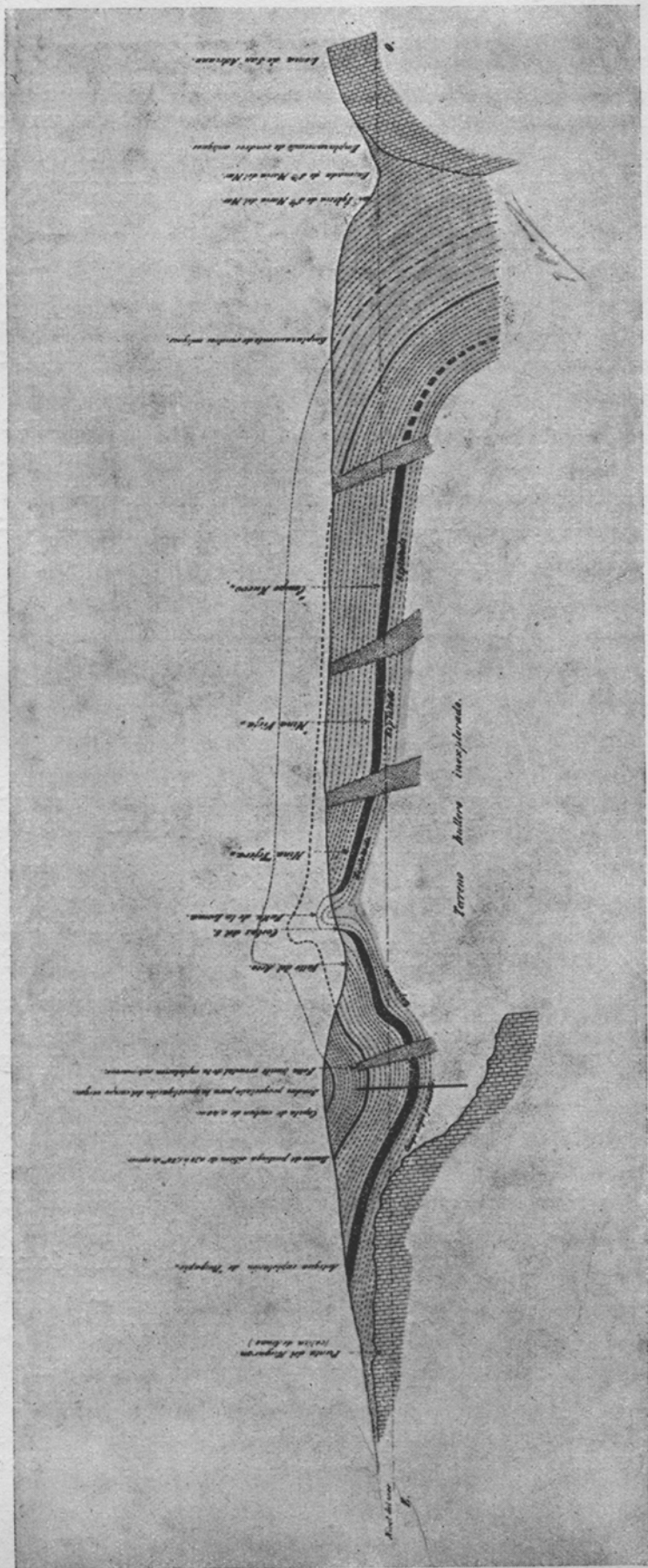


Fig. 5

CORTE TRANSVERSAL DEL YACIMIENTO DE ARNAO. Punta del Mugaron.—Iglesia de Santa María del Mar

dancia con el hullero subyacente es también muy clara, y lo comprueban plenamente los planos de las labores subterráneas que han sido efectuadas por debajo de este macizo devoniano. De consiguiente, esta doble discordancia nos hace ver que se trata de un trozo suelto, transportado sobre el hullero por un empuje venido del O., o sea, de una verdadera *nappe de charriage* o manto de recubrimiento. Y no solamente ofrece este trozo de terreno devoniano una doble discordancia estratigráfica con las calizas de Arnao y con el hullero, sobre cuyos terrenos descansa, sino también una discordancia paleontológica con el primero, pues en las pizarras de la *nappe*, hemos reconocido la fauna de las calizas y pizarras de Nieva, con *Spirifer hystericus*, lo que identifica estas hiladas con las de la punta Espín, situadas un poco más al N. O.

En el plano de la lám. IV, figuramos en línea de puntos la posición primitiva, probable, de la *nappe* de Arnao.

La observación del pliegue inclinado (no acostado), del terreno hullero (fig. 5), cuyo plano axial buza al O., confirma plenamente la influencia del transporte del trozo devoniano sobre el hullero, el cual, estribado sobre las calizas del Mugarón, al cabalgar sobre él la *nappe* venida del O. se plegó, lógicamente, en la forma que indica el corte de la lám. V. La rama occidental del pliegue afecta una forma monoclinial, en dirección E. O. con buzamiento cada vez más acentuado hacia el O. y presenta tres fallas reconocidas que buzan, según las indicaciones de los trabajos mineros, en el mismo sentido que el eje del pliegue. En cuanto a la rama oriental, afecta la forma de un sinclinal, cerca de cuyo eje presenta una falla, que constituye el límite más oriental de las labores mineras de Arnao.

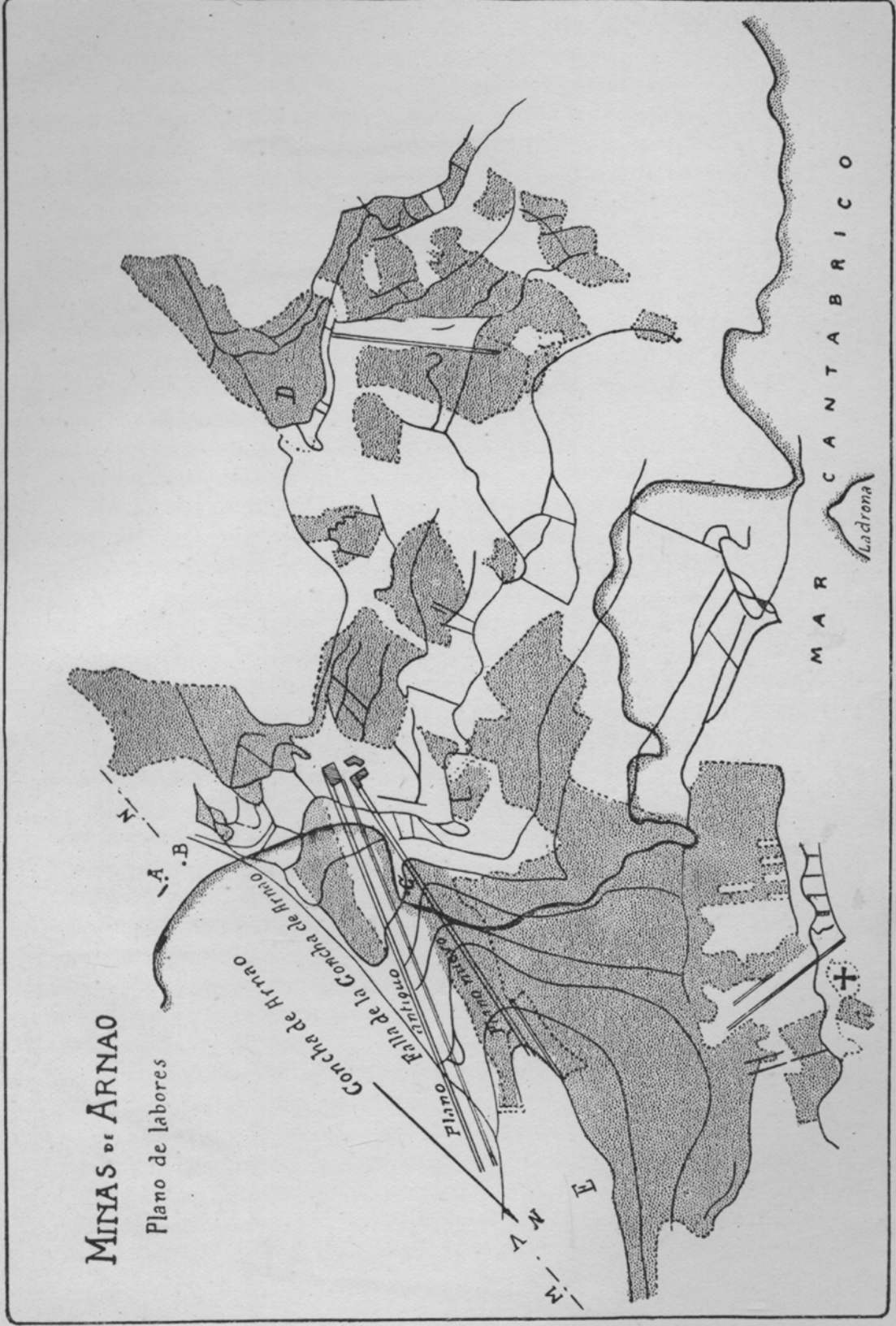
En el sentido de la dirección del canal hullero, que parece ser casi la misma que la de los pliegues primarios, es decir, N. 40° E., aproximadamente, en esta región, el pliegue hullero se hunde en el fondo del mar (láminas VI y VII), con una suave inclinación en la parte continental, inclinación que aumenta al llegar al borde del mar. La forma del pliegue y la caída del mismo en la dirección del dominio marítimo, obsérvanse claramente en la superficie, siguiendo la marcha de un banco de pudinga silíceo, de uno a dos metros de espesor, con cantos rodados de cuarcita, de pequeño tamaño, que se encuentra, según testimonio del antiguo jefe de explotación, a unos 60 metros al techo de la capa de hulla de Arnao.

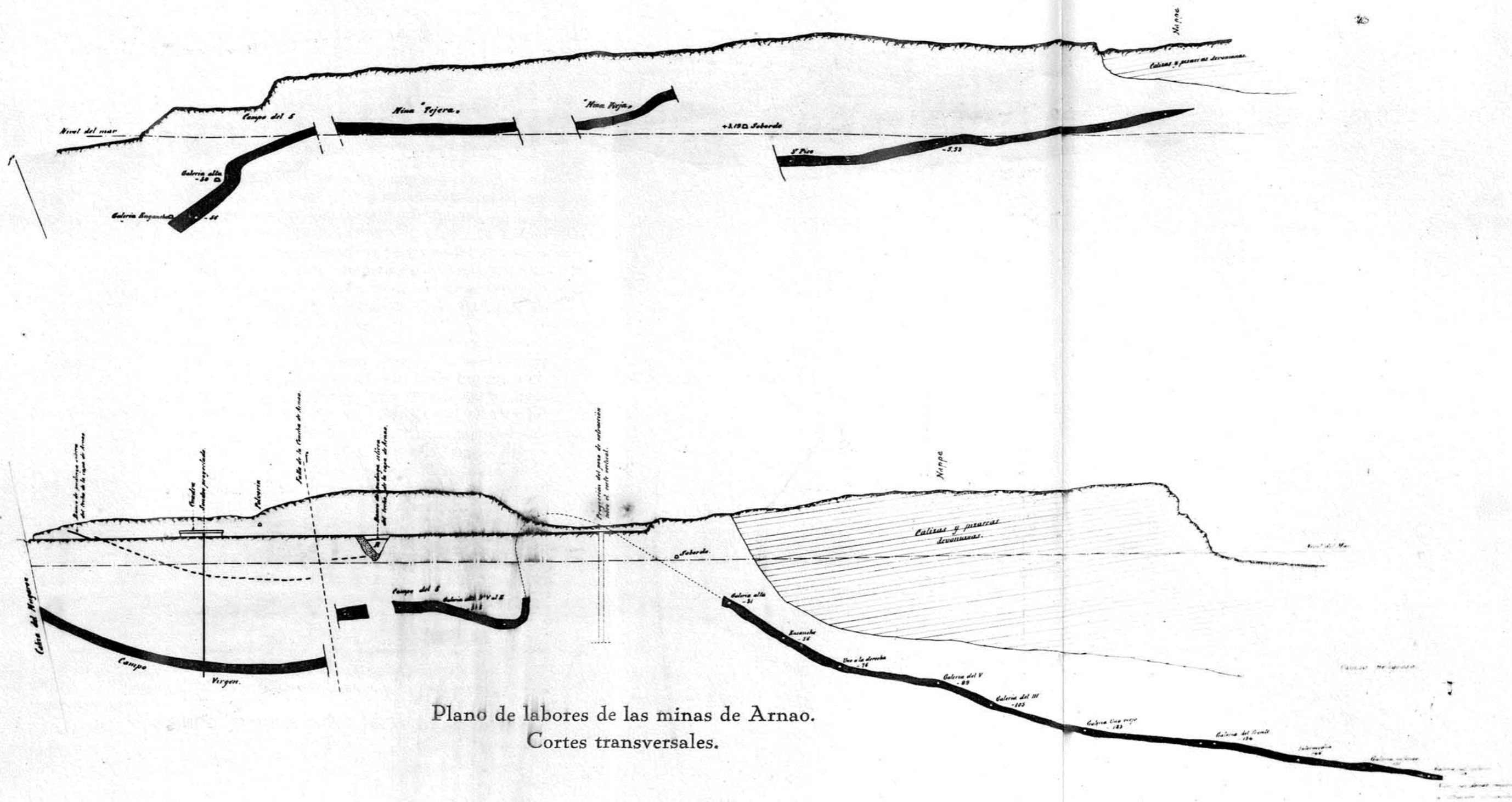
La rama más oriental de este banco de pudinga aflora en el talud de la trinchera del ferrocarril de vía estrecha del servicio de las minas, entre el puente del Mugarón y el edificio de las cuadras. Tiene aquí un metro de espesor aproximadamente, hallándose intercalado entre lechos de pizarras: todos estos estratos buzan en esta.

región, ligeramente hacia el O.; el banco de pudinga desaparece por debajo de la explanación de la vía minera. Por el oriente se superpone inmediatamente a las calizas devonianas, casi verticales, del Mugarón, recubiertas por un pequeño espesor de pizarras hulleras.

Entre el edificio de las cuadras y el gran desmonte efectuado para el relleno de las explotaciones, o sea entre las cuadras y el polvorín, el terreno está muy trastornado, ofreciendo algunos arrastres locales; cerca del nivel del ferrocarril se observa un trozo de capa de carbón, caído del monte, de unos 35 a 40 centímetros de carbón, que corresponde, sin duda, a una capita de hulla que se sobrepone al banco de pudinga silícea, a unos 30 ó 40 metros de altura por encima de este banco. En el talud del gran desmonte que se encuentra sobre la concha de Arnao, se ve aflorar en lo alto el banco de pudinga silícea, que viene del O. sensiblemente horizontal, y antes de llegar al polvorín se hunde, inclinándose hacia el E. y desaparece por debajo del nivel de la vía férrea, para unirse al banco de pudinga más oriental que aflora entre el puente y las cuadras y formar de este modo el sinclinal de la rama oriental del pliegue. El hundimiento de éste en el mar, acúsalo perfectamente el afloramiento del mismo banco de pudinga silícea en un barranquito R. (lám. VII), que se encuentra un poco al O. de las cuadras, en la concha; en este sitio, presenta una pequeña fractura, con salto, de escasa amplitud. Más hacia el O. todo el hullero se hunde, tanto transversal como longitudinalmente, por debajo de la *nappe* devoniana, constituyendo, como ya se ha dicho, la rama occidental del pliegue hullero. Confirman estas observaciones superficiales, los cortes subterráneos de la lámina VII, que hemos trazado, utilizando los datos que existen de las explotaciones mineras efectuadas por la «REAL COMPAÑIA ASTURIANA», y cuyo plano de labores reproducimos en la lámina VI. En el primero de estos cortes, hechos según la dirección aproximada del canal hullero, se observa la pequeña inclinación de la capa de hulla en toda la región continental, y su brusca caída al llegar al borde del mar, como ya se ha dicho. En el segundo corte, se observa claramente la forma del pliegue inclinado de la capa, de una manera análoga a como lo acusa en la superficie el banco de pudinga que se le superpone.

Las labores mineras submarinas más orientales, detuviéronse en la falla que se encuentra un poco al O. del polvorín (véase el segundo corte de la lámina VII) y cuyo recorrido longitudinal está marcado con una línea en el plano de labores de la lámina VI. Esta línea arranca del centro de la concha aproximadamente y sigue sensiblemente la dirección del Norte astronómico. Entre esta falla de la concha de Arnao y el Mugarón, el terreno hullero submarino no ha sido nunca explorado. Pero a juzgar por las hiladas del techo de la





Plano de labores de las minas de Arnau.  
Cortes transversales.

capa, que afloran en la playa y en los acantilados, por debajo de las cuadras, y en las inmediaciones de la caseta de baños, con ligera inclinación hacia el O., sin presentar ningún trastorno local, es muy probable que exista todavía en esta zona de la Concha terreno hullero virgen, en el que se intercale la prolongación de la capa de hulla interrumpida por la falla, o sea el extremo de la rama oriental del pliegue. Por otra parte, siendo esta rama oriental del pliegue inclinado de Arnao la parte más sana de la formación, por no superponérsele la *nappe*, como sucede en la occidental, es seguro que de encontrarse la capa de hulla al otro lado de la falla de la Concha, aquélla conservará su techo y su muro habituales, lo que facilitará su explotación.

Al O. de esta zona hállase el llamado «campo peligroso», en el cual la capa de carbón ha perdido su techo y su muro habituales por efecto del arrastre de la *nappe* sobre ella, siendo substituídos aquéllos por lechos cataclásticos o milonitas de bastante espesor y de escasa consistencia, por cuya razón ofrece constante peligro el laboreo de la capa en este sitio. Esta zona ha sido reconocida por varias galerías, que se dibujan en el plano, pero no fué explotada. La más avanzada, que llega hasta la Punta de la Ladrona, reconoció la capa en este lugar, con una potencia excepcional de 9 metros.

Las labores situadas al S., en plena región continental, constituyeron en su mayor parte los primitivos campos de explotación de estas minas. Son cuatro zonas separadas por fallas (fig. 5), que a partir de la falla de la Concha se denominaron *Cortas del 5*, *Mina Tejera*, *Mina Vieja* y *Campo Nuevo*. La charnela del pliegue del campo de Arnao afloraba en el valle del Arco. Como puede observarse en el plano de labores, una gran falla separa el *Campo Nuevo* de las otras explotaciones, y va desde el valle del Arco hasta cerca de la Punta de la Ladrona. Toda esta zona occidental situada por debajo de las hiladas devonianas ha sido, naturalmente, la más trastornada y fallosa de la cuenca, como se aprecia bien claramente en el susodicho plano de labores. Más al S., termina en cuña el terreno hullero. Las labores del *Campo Nuevo* dieron en falla en sus avances hacia occidente al hundirse la rama del pliegue en el sentido del valle de Santa María del Mar. La capa debe ponerse aquí casi vertical, pero en esta región no ha sido nunca reconocida, pues los sondeos efectuados desde la superficie no la han cortado.

Dedúcense de todo lo expuesto, las siguientes conclusiones de indudable importancia para la economía de la región asturiana:

- 1.º Deslinde y delimitación de la cuenca central moscoviense de Asturias.
- 2.º Disposición y recorrido de los canales geotectónicos post-



westfalienses, rellenos por los depósitos del hullero superior propiamente dicho.

3.º Accidentes tectónicos post-uralienses, que han desplazado o recubierto algunos trozos de dichos canales hulleros.

4.º Nuevas orientaciones para la investigación de campos vírgenes del terreno hullero, por debajo de los terrenos mesozoicos.

## V

### RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS SONDEOS EFECTUADOS EN LA CUENCA HULLERA DE ARNAO

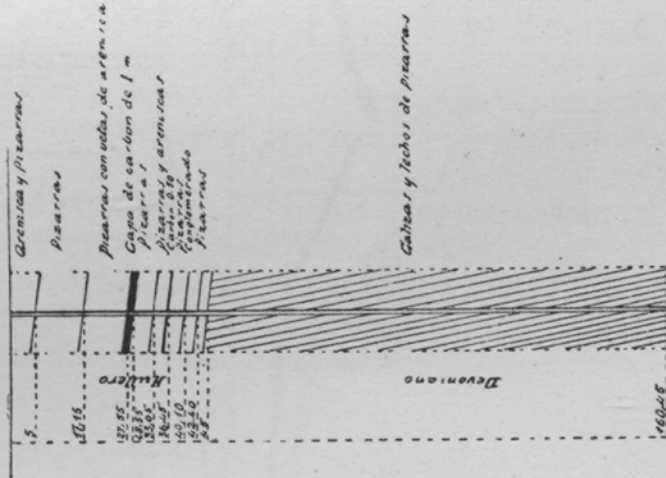
Como consecuencia del estudio geológico-minero anterior de la cuenca de Arnao, la «REAL COMPAÑIA ASTURIANA DE MINAS» se decidió a practicar en el año 1923 varios sondeos en sus minas, algunos de los cuales han puesto de manifiesto la existencia de un nuevo campo submarino de explotación, a pequeña profundidad.

Primeramente se reconoció la rama más oriental del pliegue de Arnao, al otro lado de la «falla de la Concha» en donde se pararon todas las labores subterráneas, sin que ninguna de las veces que se atravesó se haya podido encontrar la prolongación de la capa al este de esta falla, según testimonio del antiguo jefe de explotación y del topógrafo delineante que levantó el plano de las minas. Cuantas veces se atravesó la precitada falla, encontráronse con avenidas de arenas acuíferas de muy difícil sostenimiento.

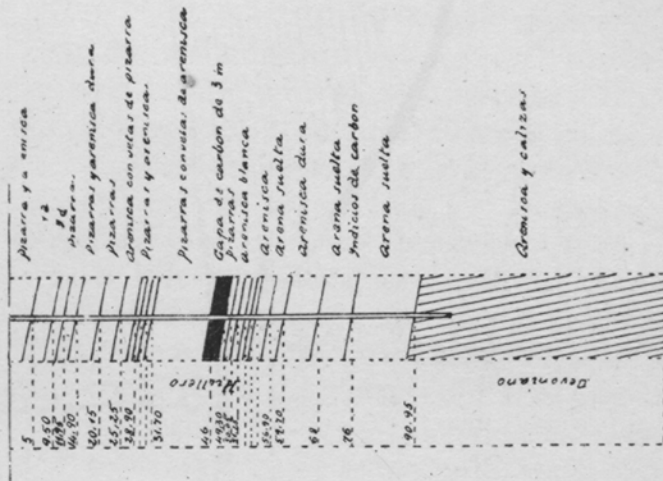
Emplazóse el primer sondeo sobre la explanación de la vía minera que bordea la Concha de Arnao, al lado de la esquina S. O del edificio llamado «las Cuadras» (punto A del plano de la lám. VI), un poco al oeste de los afloramientos de los bancos de pudinga silíceo que presenta el talud de la trinchera del ferrocarril minero. Este sondeo, después de atravesar 27,55 metros de areniscas y pizarras, cortó una capa de carbón de un metro de potencia. (Lám. VIII, sondeo núm. 1), compuesta de dos venas: una de 35 centímetros al techo, y otra de 65 centímetros al muro, separados por una intercalación de pizarra carbonosa de 10 centímetros. El muro de la capa es de pizarra también y hasta los 45 metros de profundidad alternan lechos de pizarras y areniscas entre los cuales se intercala, a los 36,45 metros, otra capa de carbón de 50 centímetros de potencia. Hacia la base, se presenta un conglomerado de pizarra y arenisca de poco espesor. A los 45 metros se empezaron a atravesar los bancos, casi verticales, de calizas y pizarras devonianas.

Cortes estratigráficos de los sondeos de Arnao.

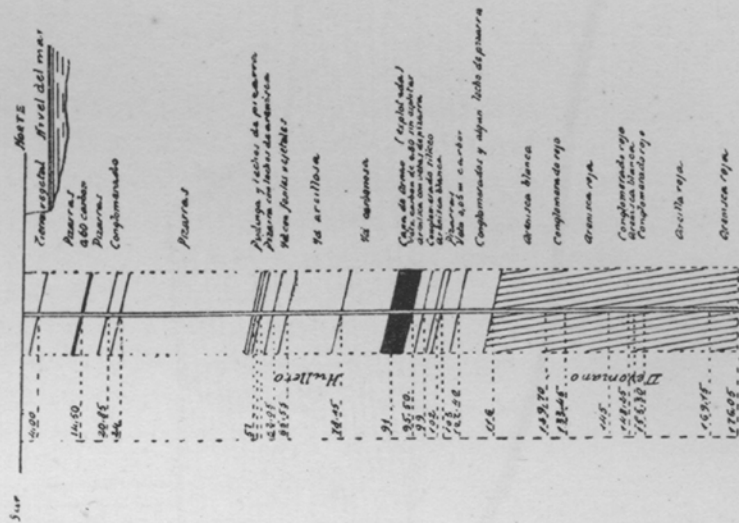
— Sondeo nº 1 —



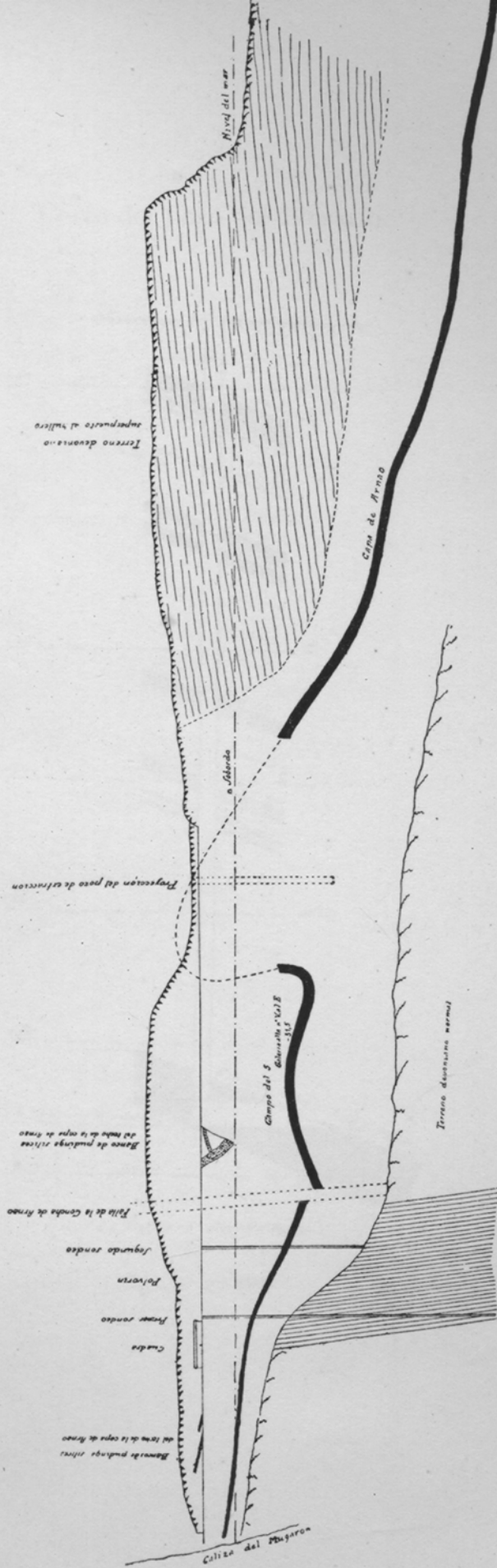
— Sondeo nº 2 —



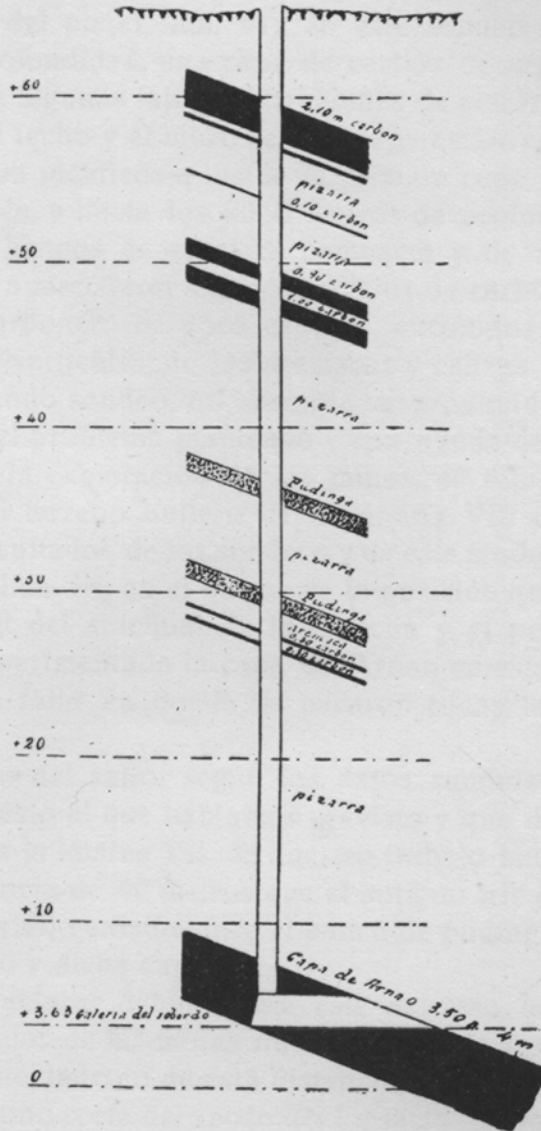
— Sondeo nº 3 —



Corte transversal estratigráfico de la cuenca de Arnao.



Corte del pozo del Llosario.



Cuenca hullera de Arnao

Escala 1:500

La interpretación del corte estratigráfico de este primer sondeo dió lugar a algunas dudas, pues en vista de la potencia de la primera capa cortada, no parecía corresponder a la gran capa de Arnao. Por esta razón se estudió con el mayor cuidado el emplazamiento de un segundo sondeo, un poco más al oeste del primero y cerca ya de la «falla de la Concha»: fué fijado a 38 metros de aquél sobre la misma explanación de la vía minera, por debajo del antiguo polvorín de las minas (punto B del plano, lám. VI); en este sondeo se cortó, a los 46 metros de profundidad, una capa de carbón de unos tres metros de potencia, con algunas fajitas intercaladas de pizarra carbonosa de poco espesor: el techo y el muro de esta capa están constituidos por bancos de pizarra idénticos a los de la primera capa del sondeo número 1. Después, y hasta los 90,95 metros de profundidad, atravesáronse varios bancos de arenisca compacta y de arenas sueltas, entre los cuales aparecieron algunos indicios de carbón, tal vez procedente de un carbonero de poco espesor, entrándose enseguida en las hiladas, casi verticales, de las areniscas y calizas del devoniano.

Este segundo sondeo, no obstante su proximidad al primero, iluminó mucho el problema planteado y con ayuda de los datos que se conservan de la explotación de las minas, se reprodujo el corte, estratigráfico del terreno hullero de la lámina VII: colocáronse en este corte los resultados de los sondeos y de este modo hemos podido dibujar el de la lám. IX, en el que se ve la posición que debe ocupar la rama oriental del sinclinal de la Concha y el pequeño salto al techo que ha experimentado la capa de Arnao en esta región, y que ha originado la falla en donde se pararon todas las labores por este lado.

El sentido del salto, según los datos suministrados por los sondeos, es opuesto al que habíamos previsto y que dibujamos en el segundo corte de la lámina VII, de nuestro trabajo anterior, ateniéndonos a la distancia de 60 metros que el antiguo jefe de explotación de las minas nos dijo existía entre el banco de pudinga del techo de la capa de Arnao y dicha capa.

A fin de aclarar debidamente este extremo buscamos entre los antiguos dibujos de las minas nuevos datos de los que pudiéramos venir en conocimiento de esta distancia, teniendo la fortuna de encontrar el adjunto corte del «pozo del Llosario» (Lám. X), efectuado hace muchos años para el reconocimiento del hullero de la región S. O. de las minas («campo nuevo» punto D del plano de labores). En este interesante corte atravesáronse tres capas de carbón de buena potencia que se encuentran al techo de dos banquitos de pudinga silícea, dos carboneros al muro de estos bancos y por último la capa de Arnao, en unos cuatro metros de potencia, a los 25 me-

## INDICE DE MATERIAS

	Páginas
PRÓLOGO.....	5
I. Diversas interpretaciones del terreno hullero de Arnao.....	7
II. Generalidades acerca de orogenia y tectónica asturianas.....	23
III. Estudio geotectónico de la costa cantábrica entre los cabos Vidrias y Peñas.....	30
IV. Terrenos hulleros de Arnao y de San Juan.....	35
V. Resultados obtenidos por los sondeos efectuados en la cuenca hullera de Arnao.....	40

## INDICE DE LAMINAS

I. Según Charles Barrois (1882). Según I. Patac (1922).....	14
II. Bosquejo geológico de la región occidental y de la cuenca central de Asturias.....	24
III. A. Bosquejo geológico de la punta más septentrional de la costa de Asturias. III. B. Reconstitución hipotética de la punta más septentrional de la costa cantábrica al final del hullero superior....	30
IV. Plano geológico de la región de Arnao y puerto de San Juan.....	32
V. Vista panorámica de Arnao desde El Pical.....	34
VI. Minas de Arnao. Plano de labores.....	38
VII. — Cortes transversales.....	38
VIII. Cortes estratigráficos de los sondeos.....	40
IX. Corte transversal estratigráfico de la cuenca de Arnao.....	40
X. Corte del pozo del Llosario.....	40
XI. Corte transversal de la cuenca hullera submarina de Arnao.....	44

## FE DE ERRATAS

Página	Línea	Dice	Debe decir
1	5	I-IX láminas	I-XI láminas
19	8	perderes	perderse
37	21	lámina V	lámina IX

voniano previamente plegado y erosionado al depositarse sobre el mismo las hiladas hulleras. De otro lado, en los tres sondeos se ha puesto de manifiesto la existencia, en la parte inferior del hullero, de bancos de conglomerados silíceos y de arenisca que constituyen, a nuestro juicio, la base *in situ* de la formación, lo que viene a corroborar nuestra opinión acerca de estos depósitos, anteriormente expuesta. No existe, pues, en toda esta región oriental del hullero ninguna roca milonítica en su contacto con el devoniano y, por lo tanto, no hay ningún fundamento serio para creer que se trata de una lámina hullera «encartada entre las hiladas devonianas tal vez procedente de una región lejana» (Termier). Más al occidente, el hullero se encuentra en verdad recubierto por un trozo de terreno devoniano y ofrece en sus contactos con este terreno las rocas de fricción características de los arrastres, pero a nuestro juicio es el devoniano superpuesto y no el hullero el que no se encuentra en su posición normal; es decir, el que ha experimentado el movimiento de arrastre y ha sido la causa principal del pliegue inclinado que presenta el hullero de Arnao.

Si esto es así, como creemos, ateniéndonos a nuestras observaciones anteriores, comprobadas en parte por el resultado de los tres sondeos efectuados, el porvenir de las minas de Arnao ofrece aún amplios campos para la investigación y explotación de su potente capa (1).

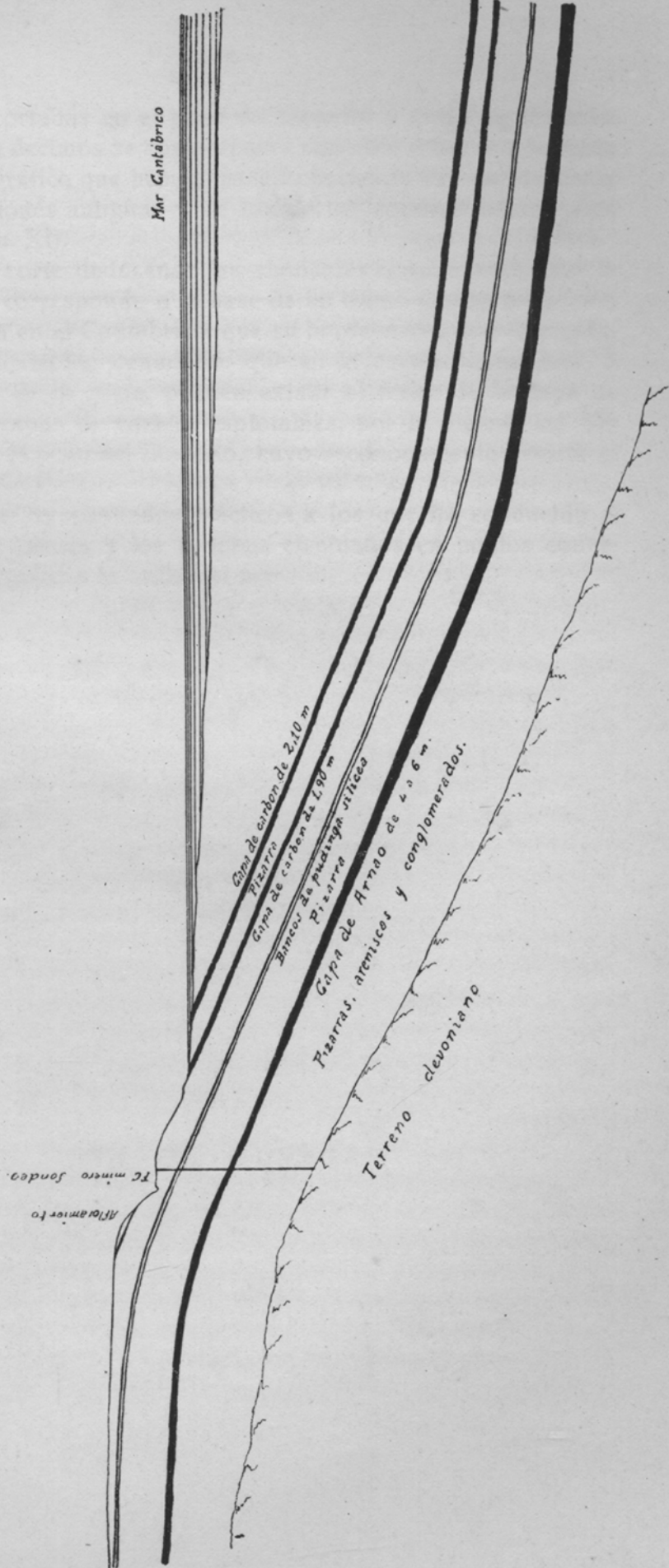
Otro de los problemas interesantes de la cuenca de Arnao es el reconocimiento de las hiladas del techo de la capa explotada, cuando el espesor del mismo lo permita para ver si se encuentran en condiciones explotables las capas cuya existencia ha revelado el pozo del Llosario y cuya potencia total es de cuatro metros, al menos en la zona donde se hubo emplazado.

De estas capas, que han experimentado una enérgica denudación en toda la parte continental de los yacimientos, es natural que se tengan escasas noticias. Por otra parte, en la zona occidental submarina del pliegue de Arnao que fué donde la explotación adquirió mayor desarrollo, estas capas han sido, sin duda, destrozadas por la superposición del terreno devoniano cuya acción alcanzó hasta el propio techo de la capa de Arnao. Por esta razón, en el nuevo campo virgen descubierto, en donde no se observa ninguna acción patológica que haya venido a trastocar el orden natural de superposición de los terrenos, es muy probable que al techo de la capa de Arnao y un poco por encima de los dos banquitos de pudinga se encuentren

---

(1) En los años 1914 y 1915 se explotaron en Arnao 40.537 toneladas, con 146 obreros y 26.898 toneladas, con 102 obreros, respectivamente. El rendimiento medio por obrero-día (interior y exterior en junto) resultó ser de 900 kilogramos.

*longitudinal*  
Corte **transversal** de la cuenca hullera submarina de Arnao.  
(Línea N. M. del plano de labores).





las dos capas cortadas en el pozo del Llosario y quizá alguna más.

Esto que decimos se comprenderá con sólo echar una hojeada al corte estratigráfico que hemos trazado haciendo uso de los datos de las explotaciones antiguas y de los de los sondeos últimamente realizados (Lám. XI).

De este corte dedúcense las siguientes conclusiones: Que la capa de Arnao corresponde a la base de un tramo de una formación hullera hundida en el Cantábrico: que su borde meridional emergido, ha sido enérgicamente denudado: que en la cuenca submarina, a poca distancia de la costa, pueden existir al techo de la capa de Arnao nuevas capas de carbón explotables, por lo menos, las dos atravesadas en el pozo del Llosario, cuyo reconocimiento reviste el mayor interés.

Tales son los resultados prácticos a los que ha conducido el estudio de esta cuenca y los sondeos efectuados en puntos convenientemente elegidos a la orilla del mar.

tros de distancia, aproximadamente, del segundo banco de pudinga, es decir, a menos de la mitad de la distancia que se nos había indicado.

Los resultados de los sondeos núms. 1 y 2 concuerdan perfectamente con el corte del pozo del Llosario. Los dos banquitos de pudinga silíceo, cortados por el pozo, son sin duda los mismos que aparecen aflorando en el talud de la trinchera del f. c. minero, junto al puente, y que ya habíamos dibujado en nuestro segundo corte de la lámina VII. Estos banquitos de pudinga constituyen, por lo tanto, un nivel estratigráfico de mucha importancia para los trabajos de investigación y reconocimiento de la cuenca de Arnao y ellos han sido los que nos decidieron a aconsejar a la «REAL COMPAÑIA ASTURIANA» los sondeos de la Concha efectuados con tan lisonjero éxito. En ambos se ha cortado la capa de Arnao a unos 25 metros de la dirección señalada por la inclinación de los afloramientos de dichos bancos de pudinga: la «falla de la Concha» debe tener, por tanto, pocos metros de espesor y el salto que presenta aquí la capa no debe ser superior a unos cinco metros.

Informes adquiridos coinciden en asegurar que cuantas veces se atravesó hacia el este la falla de la Concha se encontraron arenas acuíferas, que dificultaban extraordinariamente el avance, pero que jamás se encontró la capa de carbón, por lo cual era creencia general en Arnao que la formación hullera explotable terminaba en dicha falla.

Estos informes se hallan de completo acuerdo con el resultado de los sondeos, pues en el sondeo núm. 2, tan próximo a la falla, se han cortado al muro de la capa de hulla, según hemos dicho, varios bancos de arenisca y arena suelta, que son los que indudablemente debieron atravesarse después de pasar la «falla de la Concha» por las antiguas labores de la mina, en dirección del oeste hacia el este, que según el testimonio de los antiguos empleados producían arenas acuíferas insostenibles. Es decir, que atravesada la falla *entraban por el muro* de la capa, quedando ésta al techo. Para encontrar la capa hubiera sido preciso hacer un reconocimiento de varios metros al techo de la misma, reconocimiento que al parecer, no ha sido efectuado.

Dedúcese, pues, de los sondeos dichos, la existencia al E. de la «falla de la Concha» de un nuevo campo virgen de unos 160 metros de anchura, en el borde de la playa, pero que probablemente va ensanchando a medida que el hullero se interna en el mar.

El techo de la capa de Arnao en esta zona lo consideramos suficientemente impermeable para que la explotación pueda efectuarse sin gran riesgo de ser estorbada por la invasión de las aguas marinas. Naturalmente que dada la proximidad de la capa a la superficie.

principalmente en la rama oriental del sinclinal de la Concha, deben ser tomadas las precauciones necesarias por medio de macizos de protección y proveerse de los elementos de desagüe indispensables para hacer frente, rápidamente, a cualquier contingencia que pudiera presentarse. Como todo el hullero se inclina hacia el N. y el espesor del techo de la capa aumenta a medida que ésta se interna en el mar, la impermeabilidad del techo va siendo cada vez mayor. Por otra parte, esta zona del hullero de Arnao, que consideramos *in situ*, es, a nuestro juicio, mucho más sana que la zona del O., ya explotada en gran parte, y que se encuentra recubierta casi en su totalidad por un trozo de terreno devoniano, accidente que ha destrozado su techo y quizá también su muro habituales, substituyéndolos por rocas miloníticas.

El tercer sondeo se emplazó en el extremo más occidental de la Concha de Arnao, al borde mismo del mar, sobre los bancos de pizarra del techo de la capa y muy cerca del contacto del hullero con el devoniano que se le superpone (punto C del plano de labores), es decir, en la zona ya explotada, en donde la capa tuvo mayor potencia y regularidad.

El objeto perseguido con este sondeo era el reconocimiento del muro de la capa por si pudieran existir en este muro capas explotables, pues ya en el primer sondeo se había cortado una de 50 centímetros. Al propio tiempo era interesante conocer el espesor del hullero en esta zona.

En este sondeo se cortaron, a los 14,50 metros, una capa de 60 centímetros, después bancos de pizarras en unos 43 metros de espesor: a los 57 metros de profundidad los dos banquitos de pudinga silíceo, nuevos lechos de pizarras, y a los 30 metros aproximadamente de los bancos de pudinga, la capa de Arnao en parte explotada y en 80 centímetros sin explotar. En el muro, lechos de arenisca y conglomerados silíceos, algunos pequeños lechos de pizarras y un carbonero de 5 centímetros. A los 116 metros se llegó a las areniscas y conglomerados de la base.

Es de notar que en este sondeo no se han atravesado las capas de carbón que en el pozo del Llosario se cortaron al techo de los dos banquitos de pudinga, muy próximas a éstos, tal vez por hallarse en falla o haber sido explotadas en los antiguos trabajos. La vena de carbón del muro de la capa que en el sondeo núm. 1 se había cortado en 50 centímetros, aquí no tiene más que 5, lo que prueba que se trata de un carbonero inexplotable.

Las profundidades crecientes a las que llegaron al devoniano los tres sondeos han sido, respectivamente, de 45, 91 y 116 metros, comprobándose con ello la forma de canal que afectaba el terreno de-

## R É S U M É

Le bassin houiller sous-marin d'Arnao, situé près d'Avilès sur la côte cantabrique, a servi de base pour la constitution de la «REAL COMPAÑIA ASTURIANA» (Compagnie Royale Asturienne), qui y construisit une magnifique fonderie de minerais de zinc provenant des riches gisements de la province de Santander.

Pendant plusieurs années la Compagnie Royale Asturienne a exploité ses mines de houille pour alimenter les fourneaux de zinc, et en est arrivée jusqu'à obtenir une production d'environ quarante mille tonnes par an, d'une seule couche d'une puissance de trois à cinq mètres.

La formation carbonifère d'Arnao, à l'instar de celle de Puertollano, présente une structure de fond de bateau ou de canal houiller, et appuie légèrement son extrémité méridionale sur la côte, contre la plage d'Arnao, tandis que sa partie septentrionale s'enfonce sous le sol sous-marin avec une inclinaison moyenne de 15 degrés environ. L'exploitation a été d'abord entreprise dans la région continentale, dans une petite vallée située sur le gisement, où l'on a exploité non seulement la couche dite «del Arco» ou «d'Arnao» qui est celle de plus grande puissance, mais aussi deux autres, de moindre épaisseur, situées au toit de celle-là.

Quand en 1915 les travaux d'exploitation se trouvaient à environ cinq cents mètres de la côte, avec un recouvrement approximatif de 155 mètres, une infiltration de certaine importance des eaux de la mer noya complètement les chantiers des mines, et l'on abandonna dès lors tous les ouvrages sous-terrains.

Les couches houillères d'Arnao, formées d'ardoises, de grès et de poudingues, contiennent une flore abondante d'âge stephanien, où le savant géologue M. Charles Barrois a recueilli de nombreuses impressions fossilifères que divers paléophytologues français célèbres classifièrent plus tard. Ce bassin houiller s'appuie en discordance sur les assises calcaires du dévonien moyen, presque verticales, légèrement inclinées vers le N. O. Les couches du carbonifère forment un plissement incliné, dont l'une des branches, l'occidentale, a été l'objet d'une exploitation plus intense. Sur cette branche du carbonifère s'appuient des assises assez épaisses de calcaires dévoniens en discordance avec les couches houillères et avec les

autres couches calcaires du dévonien. Cette anomalie de superposition de terrains que présente la formation d'Arnao a été étudiée par plusieurs ingénieurs et géologues étrangers (Desoignie, Paillette, G. Schulz, Ch. Barrois, P. Termier, etc.) qui ont donné différentes explications de ce curieux phénomène stratigraphique. L'auteur du présent travail passe toutes ces opinions en revue et donne une explication nouvelle de cette superposition anormale des terrains d'Arnao.

Il y fait également une étude tectonique de la Côte Cantabrique dans la région comprise entre les caps de Peñas et Torres et explique la formation de la plage de Salinas et de l'estuaire d'Avilès, ainsi que la relation intime qui existe entre le terrain carbonifère d'Arnao et celui de San Juan de Nieva.

Le travail est aussi accompagné d'un plan géotectonique des Asturies pendant la période anthracolithique, dressé d'après les idées et les études de l'auteur; un plan horizontal des ouvrages des mines et plusieurs coupes transversales et longitudinales du canal houiller d'Arnao, d'après les données obtenues au cours de l'exploitation et à la suite de plusieurs sondages effectués postérieurement.

## • S U M M A R Y

The submarine coal-basin of Arnao, situated near Avilès on the Cantabrian Coast, has served as basis for the constitution of the «REAL COMPAÑIA ASTURIANA» (Royal Asturian Company), who established on the ground a magnificent foundery of zinc minerals proceeding from the rich deposits of the province of Santander.

During several years, the Royal Asturian Company exploited its collieries with the end of providing coal for their blast-furnaces, obtaining a production of up to 40.000 tons anually from a single layer of 3 to 5 metres thickness.

The carboniferous structure of Arnao, in its similarity with that of Puertollano, presents the form of the bottom of a ship, or of a coal canal, the southern extremity of which bears lightly upon the coast, on the beach of Arnao, sinking in its northern part beneath the submarine bed with a medium inclination of about 15 degrees.

The exploitation began at first in the continental region, in a small valley situated over the basin, in which district not only was exploited the so-called «Arco bed» or «Arnao bed», which is the most potential, but also another one of less thickness.

When in 1915 the extraction was brought to about 500 metres from the coast, with a recovery of approximately 155 metres, the whole installation was invaded by sea-water and the subterranean labour was abandoned since then.

The coal-layers of Arnao, composed of slate, sandstone and pudding stone, contain an abundant flora of Stephanian age, where the renowned geologist, Mr. Ch. Barrois, recollected many fossiliferous impressions which, afterwards, were classified by various distinguished French paleophytologues. This coal-basin rests discordantly on the calcareous beds of the mid-Devonian, in nearly vertical shape and lightly inclined towards N. O. The carboniferous strata form an inclined fold one of the branches of which, the occidental, was the object of most intense exploitation. This carboniferous branch is superposed by some quite potential layers of Devonian calcium in discordance with the coal-layers and the rest of calcareous Devonian. This anomaly of superposition has been studied at Arnao by various foreign Engineers and Geologists (Desoignie, Paillette, G. Schulz, Ch. Barrois, P. Termier, etc.) who differed in their explanation of

this curious stratigraphical phenomenon. The author of the present, gathering all these opinions, gives a new explanation of this abnormal superposition of lands at Arnao.

The present paper also contains a tectonic study of the Cantabrian Coast, in the region comprising Cape de Peñas and Cape Torres, explaining the formation of the Salinas beach and the estuary of Avilès, and also the intimate relation which exists between the carboniferous basin of Arnao and that of San Juan de Nieva. The work includes furthermore a geotectonic plan of Asturias during the anthracolithic period, composed after the ideas and as a result of the studies of the author; a horizontal plan of the labour in the mine and various transversal and longitudinal cross cuts of the Arnao coal canal, according to details obtained in the course of exploitation and from various soundings effectuated afterwards.