

7117-4-1



Boletín Oficial de Minas, Metalurgia
y Combustibles

La Real orden de 5 de abril de 1929, en su base 1.^a, dice:
1.^a Se abre concurso para la presentación de proyectos relativos a cada uno de los temas siguientes:

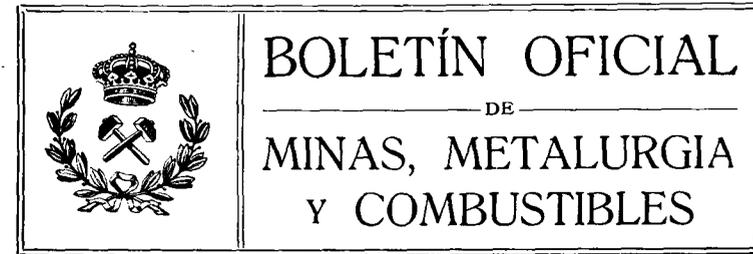
TEMA PRIMERO. —«Las explosiones de polvo en las minas de carbón.»

Estudio teórico-experimental de las causas que las originan, de las condiciones de su propagación y de los medios propuestos para impedir su iniciación o su propagación o producir la extinción en su caso.

Aplicación de estos medios a casos concretos de minas españolas y organización de los servicios correspondientes. Reglamentación, inspección y vigilancia de los mismos. Precio de coste de la instalación y entretenimiento de dichos servicios.

.....

BOLETIN OFICIAL DE MINAS Y METALURGIA.—Abril de 1929.



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

ESTUDIO SOBRE LAS EXPLOSIONES DE
POLVO DE CARBON Y SOBRE LOS MEDIOS
EMPLEADOS PARA EVITARLAS
Y LIMITARLAS

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. LUIS TORÓN VILLEGAS

MEMORIA PREMIADA EN EL CONCURSO DE 1929 ENTRE INGENIEROS
DE MINAS DE LA ESCUELA DE MADRID

LEMA: Courrières.

ESTUDIO GENERAL DE LAS EXPLOSIONES

CAPITULO PRIMERO

BOSQUEJO HISTÓRICO DE LA CUESTIÓN

La explosibilidad del polvo de carbón ha sido objeto de numerosos estudios y controversias desde hace muchos años.

En 1828, R. Bald (1) expuso su opinión acerca de la importancia que puede presentar, para una explosión de minas, la presencia del polvo de carbón, opinión compartida por Buddle en una Memoria referente al accidente minero de Wallsend ocurrido en 1830 (2).

(1) Edipburgh New Phil. Jour., 1828, 5, 101, 121.

(2) Trans. North. Nay. Hist. Soc., 1831, 1, 184.

Estas opiniones fueron confirmadas, poco más tarde, en 1844, por Faraday y Lyell (1), los cuales, encargados de la investigación de las causas de la explosión ocurrida en la Haswell Colliery, que produjo la muerte de 95 hombres, establecieron, como conclusiones de sus trabajos, que «el grisú no es el único combustible existente en una mina que pueda dar lugar a la extensión de una explosión y que el polvo de carbon presente en los trabajos puede inflamarse instantáneamente y arder, siempre que haya cantidad suficiente de oxígeno para entretener su combustión». Por desgracia, estas conclusiones no merecieron al parecer atención alguna por parte de la Home Secretary, a la cual fueron elevadas en septiembre de dicho año.

En Francia se llegó a la misma conclusión por el Inspector general de Minas Du Souich (2), que las dedujo del trabajo de investigación de la explosión ocurrida en 1855 en el pozo Charles de las Hulleras de Firminy y que las confirmó en un nuevo estudio sobre otra explosión, ocurrida en 1861, en la misma mina.

A partir de esta fecha, numerosos investigadores se han ocupado de tan interesante asunto, siendo dignos de mención entre ellos Sir F. Abel (3), M. Verpilleux (4), que en 1864-69 estableció también que el polvo de carbón desempeñaba un papel importante en las explosiones de minas, y M. Vital (5), que en 1875 realizó experimentos en pequeña escala, relacionados con una investigación acerca de la explosión de la Hullera de Campagnac, en la cual no se había encontrado grisú. Como conclusión de sus trabajos este investigador estableció: «El polvo de carbón muy fino y rico en materias volátiles se encenderá cuando es puesto en

(1) Phil. Mag. XXVI, 16 y Bull. Soc. d'Encour., 3.º, V, 34.

(2) Rapp. sur l'acc. du Puits Charles a Firminy.

(3) Annales, 70, XX.

(4) Bull. Soc. Min. Ind., 1864, 9, 466.

(5) Annales, 1875, 186.

suspensión en el aire por la acción de una explosión, produciéndose la descomposición sucesiva de porciones de dicho polvillo, dando lugar a la formación de mezclas explosivas con el aire y propagando así el fuego; en la intensidad y violencia de la inflamación influyen el estado físico del polvo, su grado de finura, etc.», y también que «una explosión de grisú, al originarse, inflama simultáneamente la porción de polvo de carbón puesta en suspensión por ella, dando así lugar a la propagación de la explosión, aun cuando haya cesado la explosión inicial de grisú»

De mayor importancia fueron los trabajos de Mr. W. Galloway (1), que realizó una serie de experimentos en gran escala a partir de 1875, utilizando una galería en miniatura constituida por una caja larga y de pequeña sección, a través de la cual se hacía pasar una corriente de aire que podía llevar o no polvo de carbón en suspensión y que estaba comunicada con un receptáculo en el cual se introducía una mezcla de gas de mina (pit-gas) y aire, cuya explosión se provocaba; entre este depósito de gas y la galería se colocaban, como medio de aislamiento, unas hojas de papel de periódicos. Como conclusión de sus trabajos y de sus investigaciones en las explosiones de las hulleras de Peny-craig, de Risca y de Seaham, ocurridas en 1880, el investigador estableció que «su primera idea de que una mezcla de aire y polvo de carbón no era inflamable a la presión y temperatura ordinarias, sin una pequeña proporción de grisú, no había sido confirmada y que el grisú era absolutamente innecesario para la propagación de llama, con efectos explosivos, por una mezcla de polvo de carbón y de aire, cuando los experimentos se realizaban en gran escala y las condiciones de finura y sequedad del polvo eran inquestionables.»

(1) Proc. Roy. Soc., 1876, 24, 354 y 1878, 28, 410, 1882, 437 y 49 y 1884, 37, 42.

A análogas conclusiones llegó Mr. H. Hall (1), en sus experiencias realizadas en una galería de mina en carbón de 135 pies de larga, y también el profesor F. Marreco (2), en los experimentos realizados, en unión de Mrs. W. Cockram y Morrison, en un aparato análogo al empleado por Galloway. Por el contrario, en una serie de experimentos realizados, por el Instituto de Ingenieros de Chesterfield y Derbyshire en 1880 (3), en una galería de 82 pies de largo, 16 pulgadas de ancho y 18 pulgadas de alto, conectada a una chimenea para producir la corriente de aire y en la cual el polvo, introducido por un extremo y arrastrado por ésta, era sometido a los disparos de una gran pistola cargada con media onza de pólvora negra; sólo se logró inflamarlo, sin que se pueda decir que se producía explosión, en 36 ensayos de los 134 realizados.

En 1880, también, y a consecuencia de la terrible catástrofe de Seaham, ya citada, que produjo 164 muertos, Sir F. Abel (4) realizó unos ensayos con polvo de carbón de esta mina, empleando aparatos similares a los usados por Galloway, Marreco y otros; a consecuencia de ellos estableció que «la cantidad de grisú necesitada en una mina para convertir fácilmente el polvo de carbón en un material explosivo, se halla alrededor de la proporción mínima que puede ser determinada por la llama de una lámpara Davy (2 por 100) y a veces es aun menor», y también que «tales partículas de polvo no necesitan ser inflamables ni combustibles para producir dicho resultado.»

Otros numerosos experimentos fueron realizados en dicho año, pero todos, como los anteriores, sólo tenían ca-

(1) Trans. N. Engl. Inst. Min. Mech. Eng., 1876, 25, 239.

(2) Trans. Chesterfield and Derbyshire Inst. Min. Civ. Mech. Eng., 1878, 5, 267 y Trans. N. Engl. Inst. Min. Eng., 1879, 28, 85.

(3) Trans. Chesterfield and Derbyshire Inst. Eng., 1884, 10, 1.

(4) Apéndice IX del Final Report of Accidents in Mines Commission, 1886.

rácter semioficial y no dieron lugar a ninguna modificación legislativa en la explotación de minas. Sin embargo, su efecto fué el de llamar la atención sobre el peligro que los polvos de carbón significaban para las hulleras, y dieron lugar a la formación oficial de diversas comisiones, encargadas de realizar el estudio metódico de la cuestión. De estas comisiones citaremos como más importantes, por los resultados de sus trabajos, las siguientes:

Commission du Grisou (Francia).—Creada en 20 de marzo de 1877 para estudiar todo lo referente a las explosiones de minas, y que transmitió el encargo, acerca de la determinación de la acción de los explosivos sobre el grisú, a la Commission des Explosifs, la cual dió su informe en 1880, en el cual hacía constar su opinión de que era difícil hallar un método preventivo de la ignición del grisú, pero que no realizó ningún experimento acerca de los polvos.

Esta laguna fué salvada en 1881 por los miembros de dicha Comisión Mrs. Mallard y Le Chatelier, los cuales se dedicaron a un estudio acerca del papel desempeñado por el polvo de carbón en las explosiones mineras, y sentaron como conclusión (1) que «el polvo de carbón, en ausencia del grisú no constituye una causa seria de peligro; que no pueden desempeñar un papel importante, sino agravando las consecuencias de una explosión producida por dicho gas; que el grisú, en proporción susceptible de hacer explosión es, pues, el enemigo principal contra el que hay que dirigir los esfuerzos, y que los polvos vienen en segundo lugar y mucho más detrás de aquél». La gran autoridad de quienes establecían estas conclusiones hizo que su opinión fuese seguida por numerosos hombres de ciencia, sobre todo franceses, que, no habiendo tenido en su país la desgracia de haber observado catástrofes en las que se pu-

(1) Annales, 1882, VIII, 1, 5, 98.

diera atribuir claramente la causa a los polvos de carbón, constituyeron un grupo que sostenía la teoría llamada «anti-poussieriste», por oposición a la sostenida por los hombres de ciencia de otras naciones, que admitían el peligro terrible de los polvos de carbón y que sostenían por consecuencia la teoría «poussieriste». Los trabajos de diversas comisiones oficiales investigadoras y sobre todo el espantoso desastre de Courrières, en mina no grisúosa y que produjo 1.099 víctimas, demostraron que la razón estaba de parte de estos últimos.

Royal Commission on Accidents in Mines (Inglaterra).

Esta Comisión, creada en 1879, publicó un primer informe en 1881 y un informe final en 1886. En el primero considera «improbable que la acción del polvo de carbón pueda ser otra que la de aumentar la extensión de una explosión de grisú»; pero en el segundo, como consecuencia de la revista de todos los estudios realizados y de las experiencias llevadas a cabo, establece los siguientes puntos (1):

1) «Un barreno que dé bocazo, en un punto de trabajo en el cual exista en abundancia polvo de carbón inflamable, puede, aun en la ausencia de grisú, dar lugar a violentas explosiones que pueden ser propagadas a través de áreas considerables, poniendo en comunicación lugares distantes en los que existan mezclas explosivas o depósitos de polvo, unidos a mezclas no explosivas.»

2) «Un bocazo en lugares en los que haya sólo una pequeña proporción de grisú, en presencia de depósitos de polvo poco inflamables y aun ininflamables, pero finos, secos y porosos, puede dar lugar a una explosión que se propagará hasta el punto de alcanzar lugares muy distantes, en los que, existiendo acumulaciones de gas o depósitos de polvos inflamables, se reproduzca la explosión, extendiendo así los resultados desastrosos de la primera.»

(1) C, 4699, 1886.

Comisión austriaca sobre explosiones en minas.—

En 1885 se creó esta Comisión, que realizó sus experimentos en un galería de pruebas de Mährisch-Ostrau, que consistía en una cámara de explosión de 9,4 metros de larga, 1,55 de ancha y 1,90 de alta, construida de mampostería muy sólida y unida a una galería de extensión de 42 metros de larga y construida de una armazón de hierros perfilados y gruesas maderas y reforzada en su techo por carriles. El informe de esta Comisión, dado en 1891 (1), expresa que los experimentos realizados mostraron que, sin necesidad de ninguna admisión de grisú, todas las clases de polvo de carbón ensayadas se inflamaban por la explosión de un cartucho de 100 gramos de dinamita suspendido libremente del techo de la cámara de explosión, y que una ligera admisión de grisú aumentaba notablemente el peligro y la sensibilidad del polvo de carbón, hasta el punto de que un polvo, que de otra manera no sería peligroso, puede dar lugar a una explosión desastrosa si había presente una ligera proporción de grisú. El grado de finura del polvo y su sequedad aumentaban considerablemente su sensibilidad.

Preussischen Schlagwetter Kommission.—La Comisión prusiana de Grisú, creada en 1881, realizó unos ensayos acerca de la acción del polvo de carbón, valiéndose de una galería construida en la mina «Koenig», en Neunkirchen, cerca de Saarbrücken. Esta galería tenía 51 metros de largo y a ella se unía un crucero de 10 metros de largo, 1,72 de alto y 1,20 de ancho; en un extremo existía un muro de mampostería, representativo del frente de trabajo, y el extremo opuesto quedaba abierto. Las conclusiones establecidas en su informe de 1887 eran las siguientes (2):

(1) Verhandlungen der Oesterreichischen Commission ueber der Explosion Schgenger Vetter. Hefte, 1, 4, und Schlussbericht. Wing., 1888, 1891.

(2) Gluckauf. Octubre 1884, n.º 81.

1) «La presencia de polvo de carbón, con o sin pequeñas cantidades de grisú presentes, alarga siempre la llama de un barreno que dé bocazo.»

2) «Cuando el grisú está ausente por completo, la prolongación de la llama del barreno no excedía en la mayoría de los casos de 6 a 15 metros, cuando se atacaba el barreno con arcilla, y de 9 a 21 metros cuando se usaba el polvo para el atacado o el mismo agujero del barreno daba este material o gas.»

Ensayos posteriores permitieron establecer que los llamados *altos explosivos* eran mucho menos peligrosos frente al polvo de carbón que la pólvora negra ordinaria.

Committee of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers.—Este Comité, creado por iniciativa particular del citado Instituto en 1888, realizó experimentos en una estación experimental establecida en Hebburn-upon-Tyne, cerca de la Hullera de Hebburn, que suministraba el grisú necesario para los experimentos.

El aparato empleado consistía en un tubo de 101 pies de largo y tres pies de diámetro, provisto de 25 orificios de inspección de cinco por tres y media pulgadas y de 10 válvulas circulares de cuatro pulgadas de diámetro. A los 22 pies del extremo cerrado del tubo, se colocaba una diafragma de papel barnizado con el fin de constituir una cámara de combustión. Se empleaba un cañón, en el cual estaba practicado un agujero de 42 y media pulgadas de largo y una y una octava pulgadas de diámetro. Los experimentos realizados desde marzo de 1892 a enero de 1896 permitieron establecer las siguientes conclusiones (1).

1) «La detonación de los altos explosivos (Ammonite, Bellite, Carbonite, Roburite, Securite, etc.) produce evidentemente una llama.»

(1) Report of Flameless Explosives Commission of the N. Eng. Inst. Min. Mech. Eng., 1896.

2) «Dichos altos explosivos son capaces de producir la inflamación de mezclas inflamables de aire y grisú o de aire y polvo de carbón, así como de aire, grisú y polvo de carbón, y no es posible asegurar su absoluta seguridad, empleados en lugares donde es en presentes algunas de dichas mezclas.»

3) «Los altos explosivos son menos aptos desde luego a producir dicha inflamación que la pólvora negra ordinaria.»

4) «Los experimentos han mostrado que la ignición de mezclas de aire y polvo de carbón, con o sin la presencia de grisú, pueden ser obtenidas cuando la proporción de polvo de carbón es mucho menor que la que se había creído siempre necesaria.»

Royal Commission on Explosions from Coal Dust in Mines.—Esta Comisión, creada especialmente con el objeto expresado en su título en 1891, llevó a cabo dos series de estudios de los cuales dió dos informes en 1891 y 1894. Entre ambas se realizaron, por el Her Majesty Inspector of Mines, Mr. H. Hall, una serie de experimentos con diversos tipos de polvos de carbón en tres pozos de minas: el de la White Moss Colliery, de Skelmersdale; el de Southport, en Haydock, y el Big Lady, del mismo lugar. A consecuencia de dichos experimentos, Mr. H. Hall estableció que «el empleo de pólvora ordinaria en el tiro de minas secas y polvorientas puede causar un serio desastre en ausencia del grisú.»

Las conclusiones establecidas por la Comisión fueron las siguientes (1):

1) «El peligro de una explosión en la cual existe grisú, aun en proporción muy pequeña, es considerablemente aumentado por la presencia del polvo de carbón.»

(1) Report to Royal Commission on Explosions from Coal Dust, by H. Hall C. 7185, 1893, y Annales 9.º, VII, 538.

2) «Una explosión de grisú en mina grisosa puede ser intensificado y *extendido considerablemente*, por el polvo de carbón puesto en suspensión por la misma explosión.»

3) «El polvo de carbón solo, sin la presencia de grisú, puede causar una explosión peligrosa si es inflamado por un barreno que dé bocazo o por otra inflamación violenta. Sin embargo, este resultado no puede producirse sino bajo condiciones excepcionales, que no pueden realizarse sino en ocasiones excepcionales.»

4) «Los polvos de carbón son inflamables y por consecuencia peligrosos en grados diferentes; pero no se puede decir con seguridad que haya polvos que no presenten peligro alguno.»

5) «No parece que haya ninguna probabilidad de que una explosión peligrosa de polvo de carbón se haya producido por una lámpara de llama libre o por cualquier otra llama.»

A conclusiones análogas se llegó en los experimentos de la Comisión sajona (1); en los de la Comisión belga, realizados en 1889-1896 (2); en los del Departamento de Minas Austriaco, realizados en Ostrau y Segen Gottes en 1894 y 1896 (3); en los del Home Office Testing Gallery Committee (4), en 1896-97, y en otros varios estudios no oficiales. Sin embargo, estos resultados no produjeron en ninguna nación, salvo en Alemania, medida alguna de carácter oficial destinada a prever tales desastres, siendo de notar que sólo en Inglaterra se hicieron algunas recomendaciones preventivas, pero sin sanción oficial eficaz. Dicho esta-

(1) Annales 8.º, XI, 279.

(2) Annales des Travaux publics de Belgique, XLVII y Ann. Min. Belg., 1896, 1, 3, 91.

(3) Gluckauf, 1899, 35, 118.

(4) Report of the Dep. Comm. on Tes. of Exp. for use in Coal Mines C, 86, 93.

do de cosas cambió de manera radical a raíz de la catástrofe de Courrières, que llevó al ánimo de los más excépticos, con el horror de sus resultados, la convicción del enorme peligro que los polvos de carbón significaban y de la necesidad de un estudio concienzudo encaminado a evitar la repetición de tales catástrofes. Consecuencias de ello fueron los trabajos modernos sobre la cuestión, que vamos a estudiar en detalle en sucesivos capítulos.

CAPITULO II

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN BÉLGICA

El Gobierno belga acordó, a principios del siglo, la realización de ensayos de carácter oficial, conducentes a estudiar la cuestión de los polvos de carbón al mismo tiempo que la del grisú y la de los explosivos de seguridad. Para ello se decidió la construcción de una estación de ensayos, escogiéndose para su emplazamiento las cercanías de la Hullera de l'Agrappe, cerca de Frameries, con el fin de utilizar en los ensayos un manantial importante de grisú existente en dicha hullera.

Descripción de la Estación de ensayos de Frameries (1).—Esta estación fué construída y puesta en servicio en 1902. Los elementos principales de que consta son:

1.º Una galería de ensayos, cuya sección es elíptica con ejes de 1,85 y 1,40 metros y una sección de dos metros cuadrados. Está constituída por paredes formadas de tablas de madera, en tres capas dispuestas con las juntas cruzadas, y cuya armazón la constituye un fuerte esqueleto de viguetas I de 100 milímetros, formando cuadros separados entre sí 0,50 metros (0,25 metros en las juntas de las pare-

(1) Ann. Min. Belg., 7.

des) en los primeros ocho metros y 0,60 metros (0,35 metros en las juntas) en los restantes metros. Estos cuadros están arriostrados entre sí por hierros U de 100 milímetros. La longitud total de la misma es de 30 metros, estando por un extremo cerrada por un gran macizo de mampostería, en el que se halla colocado un mortero para los disparos de explosivos. La porción de galería constituida por los primeros cinco metros, a partir de este muro, constituye la cámara de explosión, aislada del resto de la galería por un disco de papel sostenido entre dos anillos de angular, de los cuales uno es fijo y el otro móvil. A esta cámara llega el grisú, bien depurado por su paso por un condensador y un depurador, penetrando mediante un tubo provisto de 300 agujeros destinados a la mejor repartición del gas. Con el fin de que la mezcla de aire y gas se haga bien homogénea, los dos extremos de la cámara de explosión están unidos por una tubería de chapa en la que hay intercalado un ventilador, por cuya disposición se hace que todo el aire de dicha cámara pase por el ventilador, cuyas aspas producen la mezcla bien completa de aire y gas. La galería está provista de 15 ventanillas de observación dotadas de vidrios de dos centímetros de espesor y de ocho aberturas circulares, situadas en la parte superior y cerradas por tapones de madera sujetos por cadenas que desempeñan el papel de válvulas de seguridad. Además, la galería está provista de conductores eléctricos para el tiro, salida de humos, una protección lateral formada por un terraplén, etc.

2.º Una cámara de observación constituida por una caseta de mampostería situada a alguna distancia de la galería y en la cual se colocan los observadores detrás de un vidrio que cierra una ventana de 12 metros de larga y 10 centímetros de alta; dicho vidrio tiene un espesor de 25 milímetros. Además, y con el fin de que una proyección de objetos o trozos de los mismos, originada por alguna de las explosiones, no pueda afectar a los observadores, esta ven-

tana está protegida por dos pantallas inclinadas, que dejan sólo entre ellas una estrecha abertura longitudinal, frente al vidrio de observación.

3.º Un local de máquinas, en el que se hallan los aparatos necesarios para producir el movimiento y la inyección de los diversos flúidos introducidos en la galería.

Los experimentos realizados en Frameries, que merecen mayor atención, han sido los siguientes:

Primera serie —Referentes a las variaciones de las llamadas *cargas límite* (carga mínima que produce la inflamación de las mezclas de aire y grisú o polvo de carbón) dependientes de las diversas secciones de la galería (1).

La determinación de estas cargas se realizó en Frameries bajo condiciones muy bien definidas y que trataban de reproducir tan fielmente como era posible las condiciones ordinarias de una mina. El orificio del mortero, en el que se hacía explotar el explosivo a ensayar mediante un detonador eléctrico, era de 55 milímetros de diámetro y 500 milímetros de largo, teniendo su eje ligeramente inclinado hacia arriba para que alcanzase el techo de la galería a nueve metros del fondo.

La mezcla explosiva empleada contenía 7,5 por 100 a 8,5 por 100 de grisú, y en los ensayos con polvos, éstos, de un 20 a 22 por 100 de materias volátiles y pulverizados hasta pasar por un tamiz de 1.280 mallas por centímetro cuadrado, se esparcían en las proximidades del mortero en cantidades correspondientes de 75 a 100 gramos por metro cúbico de galería. La temperatura a la cual se realizaban los experimentos era la de 20 á 30 grados.

Para ensayar diversas secciones de galerías se introducían en la galería existente tubos que reducían la sección original, que, como hemos dicho, era de dos metros cuadrados, a 0,95 y 0,28 metros cuadrados.

(1) Ann. Min. Bel., vol. XVI, 1911.

Como consecuencia de estos ensayos, sus autores místeres Watteyne y Bolle, establecieron que: «A igualdad de condiciones, si un explosivo colocado en un mortero explota en un medio explosivo, sea grisú o polvos, la carga capaz de inflamar dicho medio disminuye a medida que disminuye la sección de la galería »

Segunda serie.—El objeto de las experiencias de esta segunda serie fué hallar un medio preventivo de las explosiones producidas por la ignición inicial de grisú o de polvo de carbón. En un informe sobre ellas, redactado por místeres Watteyne y Lemaire (1), se exponen el método seguido y los resultados obtenidos, pasando además revista a los diversos métodos preconizados para evitar la formación de mezclas explosivas de grisú, de polvos o de ambos en unión, o sean la buena ventilación en el primer caso y la limpieza y recogida de polvos, el riego y la esquistificación en el caso de los polvos, estableciendo que, aunque esas medidas han prestado servicios de importancia para aumentar la seguridad de las minas, no constituyen una solución absoluta del problema, a la cual, por otra parte, creen será imposible llegar.

Después de considerar los medios de prevenir una inflamación de mezcla explosiva, cualquiera que ésta sea, exponían que la solución, siquiera fuese parcial, de la cuestión consistía en formar una lista de explosivos que las experiencias hubiesen mostrado incapaces de provocar dicha inflamación, con tal de que se los emplease en proporción menor que la indicada por sus cargas límites; daban así una larga lista de estos explosivos, en los que la carga límite era tan elevada que permitía su empleo a cargas más bajas con resultados eficaces en los trabajos mineros; esto hubiera sido suficiente si no se hubiese visto que en el trabajo minero las condiciones eran diferentes, en ocasiones,

(1) Ibid., vol. XVII, 1912.

de las que reinaban en la galería experimental al realizar las experiencias. De todos modos esto proporcionaba un grado mayor de seguridad y, para aumentarla, los autores del informe que nos ocupa realizaron experimentos en relación con el llamado por ellos *atacado externo*, o sea el empleo de depósitos de polvos incombustibles cerca de las bocas de los barrenos, con el fin de que la explosión produjera su puesta en suspensión, produciendo una nube de polvo incombustible que enfriase los gases del explosivo, evitando la inflamación de las mezclas explosivas. Para estos ensayos escogieron los explosivos más peligrosos, tales como la dinamita-goma, núm. 1 (42,5 por 100 de nitroglicerina, 45,5 de nitrato sódico), empleada en cargas de 700 gramos, y el Explosivo Favier, núm. 1, en cargas de 910 gramos, empleados ambos sin atacado de los barrenos.

Los polvos inertes, constituídos por pizarras no carbonosas pulverizadas, greda pulverizada y arena, se disponían en un pequeño montón, sea sobre el piso de la galería, sea sobre un soporte elevado. Los ensayos probaron que bastaban tres kilogramos de polvo para evitar la inflamación producida por 700 gramos de la dinamita núm. 1 y cuatro kilogramos de polvo para hacer no peligrosa la explosión de los 910 gramos del Explosivo Favier, núm. 1.

Estos ensayos, realizados hasta el año 1911, fueron seguidos por otros realizados entre 1911 y 1913 que motivaron otro informe con fecha de junio de 1913 (1), y en el cual, refiriéndose a la cantidad necesaria de polvo incombustible para el *atacado externo*, se da la siguiente fórmula para calcular la cantidad necesaria de polvo incombustible para dicho atacado:

$$P = \frac{Q}{120},$$

en la cual P es el peso buscado de polvo inerte en kilogra-

(1) Ann. Min. Bel., vol. XVIII, 1913.

mos, Q la cantidad de calor desprendida por la detonación del explosivo, deducción hecha de la necesaria para elevar a 600 grados la temperatura de los productos de la combustión, expresada en calorías grandes.

En casos en los que no se requiera una aproximación grande se puede emplear la fórmula siguiente, más sencilla de aplicar:

$$P = 1 + 5p;$$

siendo P el peso de polvo inerte en kilogramos y p el peso de la carga de explosivo en kilogramos también.

En el informe en cuestión se da una explicación acerca de la acción de dicho *atacado externo*. En opinión de los autores, lo que sucede es lo siguiente: En el momento que se produce el bocazo de un barreno los polvos incombustibles se ponen, por la acción del mismo, en un estado de suspensión en el aire, formando una nube muy densa en la cual los gases calientes de la explosión quedan mezclados con el material inerte, el que, gracias a su extremada división, que permite su penetración muy completa por los gases de la explosión, absorbe el calor de éstos, reduciendo su temperatura: de hecho, dichos polvos actúan como extintor. Esta densa nube, formada por el material incombustible, constituye un medio muy desfavorable a la ignición del grisú o del polvo de carbón, merced a su gran poder absorbente del calor sin llegar al rojo.

Los experimentos realizados en esta serie de ensayos se llevaron a cabo: unos haciendo explotar el explosivo en el mortero de la galería de experiencias, y otros disparando barrenos practicados en bloques paralelepípedicos de granito, colocados sobre el suelo de dicha galería y previamente reforzados por una envuelta de alambre, con el fin de evitar la proyección de trozos.

Los experimentadores establecen que es prematuro deducir consecuencias definidas en estos experimentos. Pare-

ce, sin embargo, como se sospechaba, pero sin fundamento práctico, que los tiros que *obran* son mucho menos peligrosos que los que dan bocazo. Parece también que los peligros máximos de ignición del grisú o de los polvos de carbón residen en la boca del barreno, y que los gases que se escapan entre los trozos de roca producidos por la explosión, son peligrosos en pequeño grado solamente.

En otra serie de experiencias, realizadas en la segunda mitad del año 1913 y relatadas en un informe de Mr. Lemaire de diciembre de dicho año (1), se estudiaron con especial atención los fenómenos luminosos producidos en la detonación de los explosivos, por ser, en opinión de Mr. Watteyne, los de mayor importancia. Para ello se fotografiaron las llamas producidas por la detonación de diversos explosivos en el mortero de la galería de ensayos, colocando la cámara fotográfica dentro de la galería y a una distancia de diez metros de dicho mortero. Las fotografías así obtenidas representaban una proyección vertical de la llama, en un plano perpendicular al eje de la galería.

En estos ensayos se ha obtenido la convicción de que las reacciones que ocurren en el mortero de acero, en relación con la velocidad de la onda explosiva, son con mucha frecuencia, si no siempre muy incompletas, terminando fuera de dicho mortero, con o sin la intervención del oxígeno del aire. Los experimentadores distinguen tres fases distintas:

1.^a Las llamas de la primera fase corresponden a las reacciones que se verifican en el interior del mortero al paso de la onda explosiva.

2.^a Las llamas de la segunda fase corresponden a las reacciones que tienen lugar en la masa de gases que sale del mortero, pero sin intervención del oxígeno atmosférico.

3.^a Por último, las llamas de la tercera fase correspon-

(1) Ann. Min., Bel., vol. XIX, 1914.

den a las combustiones locales, y a veces con un cierto grado de generalidad, que tienen lugar en la masa de gases de la explosión, con la intervención y bajo la influencia del oxígeno atmosférico.

Entre las llamas de esta fase las más interesantes son las que se manifiestan en contacto con las paredes de la galería y que en muchas fotografías aparecen separadas claramente de la llama central por una banda oscura. Inmediatamente fuera de la llama central, los gases de la explosión pueden aun encerrar, en ocasiones, gases combustibles que, a causa de su extremada pobreza en oxígeno o a su mezcla con una proporción elevada de los productos de la combustión, no pueden arder sin el auxilio del oxígeno del aire, ni llegan a mezclarse con la cantidad suficiente de este material, cuando aun están a elevada temperatura, mas pueden volverse a inflamar a mayor o menor distancia de la llama central, dando así origen a las llamas externas, que se podrían llamar también *periféricas*. La acción en este caso de las paredes de la galería es muy importante; en la galería de ensayos el piso de la misma, que es el que se halla más cerca del eje del mortero, es el que influye de manera decisiva en la producción de las llamas de la fase que nos ocupa. Al encontrarse con el obstáculo que constituye, los gases de la explosión proyectados sobre él pierden su energía cinética, recalentándose con ello, y si su mezcla con el aire rico en oxígeno es suficiente, estos gases pueden volverse a inflamar, lo que no sucedería si no hubieran encontrado dicho obstáculo. Esta importancia de la acción de la distancia a que se hallen las paredes de la galería de la boca de un barreno es una de las conclusiones más interesantes del informe que nos ocupa, siendo las otras la diversidad de comportamiento de los explosivos frente a los polvos y al grisú, debida a las diferencias entre los límites de inflamabilidad y de otras posibilidades caloríficas que presentan ambos elementos.

Un nuevo informe acerca de los experimentos realizados en la galería de Frameries es el fechado en julio de 1914 por Mr. Lemaire (1). En él se exponen los ensayos realizados con el llamado atacado externo, pero en el cual el polvo inerte se ponía en contacto directo con el explosivo.

Para ello, después de ensayar diversos métodos, se adoptó el más favorable, que consistía en colocar el cartucho de explosivo en un cilindro de papel de mayor diámetro que aquél y en rellenar el espacio anular entre ambos con el polvo incombustible, cerrando después el forro de papel en forma de dejar los cartuchos así preparados en disposición de ser empleados.

Se exponen en el citado informe los resultados de los experimentos realizados con diversos explosivos, todos los cuales inflamaban fácilmente el grisú o el polvo de carbón cuando eran empleados en carga de 100 a 200 gramos y no estaban forrados por el polvo incombustible. Se ensayaron diversos tipos de polvos incombustibles, entre los cuales los que dieron mejor resultado fueron: una mezcla de fluoruro y cloruro cálcicos, y en especial, una mezcla a partes iguales de fluoruro y cloruro cálcicos, sulfato de hierro y arena fina; esta mezcla sólo reduce la potencia o efecto útil del explosivo en una proporción del 0 al 10 por 100, empleando cartuchos de explosivos de 25 a 28 milímetros de diámetro, que con el atacado externo quedaban a 35 milímetros de diámetro. Se probó que por este medio se pueden emplear en minas peligrosas cargas de 800 gramos de explosivos, de los cuales sin atacado externo bastaban cien gramos para producir una explosión.

La gran guerra, con la invasión de Bélgica, interrumpió estas experiencias, las cuales se reanuda: on terminada aquella, realizándose una nueva serie descrita en un informe de Mr. Lemaire, titulado *Cartuchos explosivos forra-*

(1) Ibid, vol. XX, 1914.

dos (1), en el cual trata de todos los ensayos y de las recomendaciones hechas por la «Estación experimental del Estado», en Frameries, acerca de las condiciones necesarias para asegurar la no inflamación del grisú o del polvo por los explosivos. De estas recomendaciones nos ocuparemos en otro lugar al tratar de los medios de evitar las explosiones.

CAPITULO III

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN ALEMANIA Y EN AUSTRIA

Después de los ensayos ya descritos en el capítulo primero, realizados por la Schlagwetter Kommission prusiana, acerca de la explosibilidad del polvo de carbón, se estimó necesaria la realización de estudios más serios y sistemáticos sobre esta cuestión, y para ello se hizo indispensable la instalación de una galería de ensayos de mayor importancia que la de Neunkirchen, ya citada.

La nueva galería se construyó en 1894, en la mina «Consolidation», por cuenta de la potente Westfälische Berggewerkschaftskasse, habiendo sido trasladada en 1896 al grupo de extracción III-IV de Gelsenkirchen-Bismarck y siendo en aquellos tiempos un modelo de instalaciones de su clase (2).

La galería, de sección elíptica con ejes de 1,85 y 1,35 en su parte interna, está constituida por una triple capa de tablas, dispuestas con las juntas alternadas y dando a la pared un espesor de seis centímetros. La longitud total de esta galería era de 35 metros y estaba reforzada mediante anillos elípticos externos de vigueta I, espaciados de 40 a 60 centímetros (fig. 1).

(1) Ann. Min. Bel., vol. XXII, 1921.

(2) Bull. Soc. Ind. min. 4.^a, V, 747.

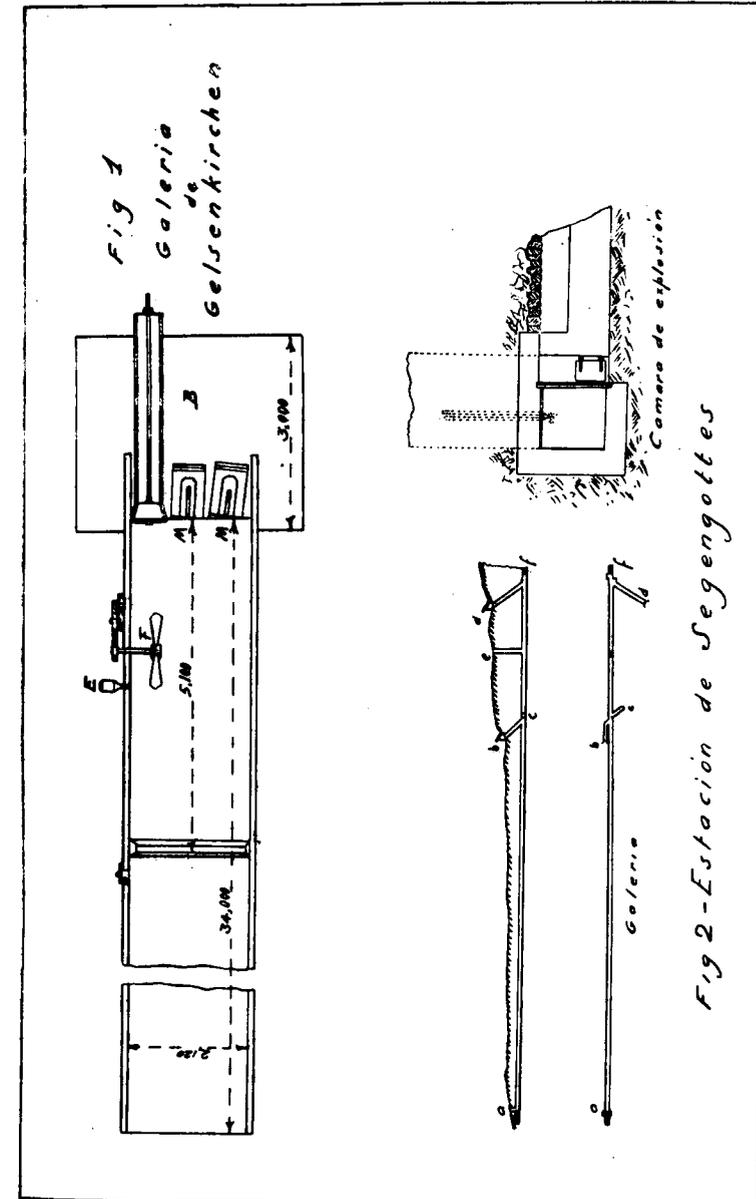


Fig 2 - Estación de Segengottes

Uno de los extremos de esta galería estaba abierto, mientras que el otro estaba cerrado por un macizo de mampostería de tres metros de espesor, en el cual la galería estaba empotrada en una longitud de un metro; frente al extremo abierto se dispuso una a modo de pantalla, con el fin de evitar las proyecciones de objetos por alguna explosión violenta. La galería estaba enterrada en el terreno hasta los dos tercios de su altura y provista de una serie de ventanillas de observación, cerradas por vidrios de 25 milímetros de espesor, colocados entre una junta de amianto por la parte interior y otra de goma por la exterior. Estaba provista también de una serie de orificios en su parte superior cerrados, bien por tapones flojos de madera, bien por trozos de papel tenso, con el fin de servir de válvulas de seguridad.

En el macizo de mampostería, que cerraba la galería, estaban empotrados dos morteros metálicos, cuya alma era de acero duro y que tenían un orificio de 55 milímetros de diámetro y 460 milímetros de fondo. De estos morteros, cuyos ejes estaban un poco inclinados sobre la horizontal, uno estaba colocado muy cerca del suelo de la galería y el otro inmediatamente encima de aquél.

En el macizo había también practicado un orificio, mediante el cual la galería se ponía en comunicación con un ventilador y un tubo para la llegada del grisú natural, tomado de un manadero de la mina y procedente de un gasómetro de 80 metros cúbicos en el que se almacenaba.

Para producir en la galería una atmósfera de polvo de carbón, había en la parte superior un embudo para la introducción de los polvos, los cuales eran puestos en suspensión en el aire por la acción de unas aspas que giraban a gran velocidad mediante unos engranajes exteriores.

Los ensayos realizados en esta galería, además de estar encaminados a comprobar los resultados obtenidos en Ne-

unkirchen acerca de la inflamabilidad del polvo de carbón, se encaminaron principalmente a determinar el grado de seguridad de numerosos explosivos y las cargas límites de los mismos, frente a mezclas de aire y grisú o de aire y polvo de carbón.

Por diversas razones la galería de Gelsenkirchen dejó de ser utilizable, por lo que se decidió la construcción de otra, lo que se realizó en 1909-11, en Darne, cerca de Dortmund, aprovechando un manantial de grisú.

La galería en cuestión (1) es de sección circular, con un diámetro interior de 1,80 metros y una longitud de 200 metros. Está construida de chapa de acero de 10 milímetros de espesor en trozos de 10 metros que se empalmaban unos a los otros mediante anillos de angular colocados en sus extremos. El piso, cubierto de cemento armado. Uno de los extremos está abierto al exterior, mientras que el otro está cerrado por una chapa de 20 milímetros de espesor soportada por dos pilares de mampostería, entre los cuales queda un espacio para el mortero, cuyo orificio tiene 55 milímetros de diámetro y 200 milímetros de fondo. La galería está provista de ventanas de observación, válvulas de seguridad, dispositivos para la puesta en suspensión del polvo de carbón, etc., así como para la mezcla de grisú al aire de la galería.

Para la ventilación, la galería está comunicada con otra auxiliar que forma tres ángulos rectos y que va desde el extremo en que se halla colocado el mortero hasta una caseta, en la que se halla instalado un ventilador Pelzer, que puede ser impelente o aspirante, con el fin de inyectar o extraer aire de la galería.

Los ensayos realizados en esta galería se encaminaron sobre todo a determinar los medios de evitar las explosiones de polvos o de grisú y de detenerlas si se originaban, y

(1) Glückauf, 1913, pág. 433.

por ello nos ocuparemos en detalle de los mismos en otro lugar de este trabajo.

En Austria, además de los experimentos realizados en Mährisch-Otrau y citados en el capítulo primero, se realizaron en 1908-10 otros más completos bajo la dirección de la Comisión del Grisú, de Viena, en una galería abandonada en Babitz, cerca de Segen-Gottes, la cual se modificó de modo que se la convirtió en una excelente galería de experiencia que, además, se aproximaba considerablemente a las galerías ordinarias de minas (1).

Consiste dicha galería en un socavón de 294 metros de largo (fig. 2). En su entrada se practicó un cierre que lo aislaba del exterior y para su acceso se hizo un pequeño pocillo descendente de 4,50 de profundidad. En su extremo o fondo se instaló la cámara de explosión, de paredes de hormigón y que puede aislarse del resto de la galería mediante una hoja de papel tenso entre dos cuadros de angular; a esta cámara llegaban, por un pocillo inclinado, provisto de escalas para la circulación y cerrado en su boca exterior por una puerta de madera y en su parte inferior por otra de hierro, un tubo de hierro destinado a la inyección de grisú y otro de mayor diámetro para la inyección de polvo de carbón; a la salida de este último en la cámara de explosión se hallaba un pequeño molinete, movido por un motor eléctrico, destinado a mantener estos polvos en suspensión en el aire. Además de este pozo, la galería estaba comunicada con el exterior mediante otro, situado a los 76 metros de la cámara de explosión y provisto también de escalas y de las correspondientes puertas; muy cercano a éste se hallaba otro pozo ciego, que no desembocaba al exterior, constituyendo un fondo de saco. Por último, a los 47 y 88 metros de la cámara de explosión se practicaron, desde la superficie, dos sondeos destinados al paso de un

(1) Oesterr. Z. Bery. und Hu Henwesen, 1909 y 1910.

tubo para la inyección de grisú y de otro para la de polvo de carbón, así como de un eje que movía desde el exterior un molinete destinado a mantener este polvo en suspensión.

Para el estudio de presiones había una instalación muy completa de manómetros e indicadores de presión de resorte, y para conocer los recorridos hechos por las llamas, ya que por estar la galería subterránea no era posible disponer en ella las ventanas de observación existentes en otras galerías, se disponían pequeñas pajuelas azufradas, colocadas en varillas de madera, de trozo en trozo de la longitud de la galería. Además de las entradas de polvos descritos, éstos se podían esparcir sobre tablillas situadas en los hastiales de la galería.

Uno de los puntos interesantes de esta galería consistía en la instalación destinada a la producción de cortinas de agua, para ensayar su acción sobre las explosiones, como elemento de corte de una llama. Para ello, la tubería de agua, de 60 milímetros de diámetro, entraba por el pozo que comunicaba con la cámara de explosión y se extendía por toda la longitud de la galería, en la cual seguía el nivel del piso; esta tubería estaba provista de una serie de derivaciones con llave, dispuestas para hacer los empalmes necesarios con los tubos secundarios destinados, la producción de las cortinas de agua, las cuales estaban constituidas por surtidores dispuestos en diversos lugares de la periferia de una sección transversal de la galería y colocados de modo que los abanicos de agua formados por ellos se entrecruzasen.

Los ensayos realizados en esta galería se encaminaron a aclarar el papel de los polvos de carbón en una explosión y a determinar medios de extinción de las explosiones. En los primeros se halló que en forma concentrada, es decir, en pequeños montones, los polvos eran más activos, o sea que se inflamaban con mayor rapidez que los esparcidos, a

igualdad de peso por unidad de sección de galería. En cuanto a los segundos, se observó que zonas de 20 metros de longitud saturadas de agua no detenían una explosión, si bien las llamas quedaban reducidas sensiblemente en estas condiciones.

En Alemania y en Austria existieron, además de estas galerías oficiales, diversas galerías de índole particular establecidas por fábricas de explosivos; pero como su objeto principal era la determinación de las cargas de seguridad de diversos explosivos frente al grisú especialmente, sus estudios y resultados no tienen, a nuestro entender, interés para nuestro estudio.

CAPITULO IV

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN FRANCIA

Como hemos dicho en el capítulo primero, la opinión de los técnicos franceses acerca de la importancia de los polvos de carbón era contraria a su acción peligrosa, hasta el punto de no haberles dado importancia real. Por otra parte, la excelente ventilación de sus minas de hulla, en las que la corriente de aire, bien estudiada y dirigida siempre, y cuyo volumen era superior a las necesidades, barría siempre el grisú que pudieran producir los trabajos, dejando éstos prácticamente limpios de este peligroso gas, hacía que no se hubieran producido en este país explosiones mineras de importancia, lo que daba un carácter de seguras a las minas francesas. Sin embargo, la catástrofe de Courrières, que ha sido la más importante y mortífera de todas las explosiones mineras, barrió con su soplo mortal tan optimistas opiniones y llamó la atención, con la triste elocuencia de los hechos, acerca del nuevo peligro que se anunciaba con catástrofe de tal magnitud.

Dada la influencia que esta catástrofe ha tenido en los estudios modernos, acerca de los polvos de carbón, y en los medios hoy preconizados para combatir sus efectos, creemos de interés hacer un breve recordatorio de la misma, no con el objeto de hacerla conocer, pues creemos que no hay un Ingeniero de Minas que no haya leído alguna descripción de ella, sino con el fin de recordar algunos puntos interesantes acerca de la acción que los polvos han ejercido en una explosión, cuya causa inicial se ha probado fué casi insignificante.

La catástrofe de Courrières.—Entre las explotaciones realizadas en la época de esta explosión por la Compañía de Courrières, la catástrofe se ha producido en los campos de explotación de tres pozos de extracción, situados en una línea sensiblemente paralela a la alineación general de un paquete de capas, designado por el nombre de Paquete de Billy y constituido por 13 capas, de las cuales las verdaderamente importantes y en explotación activísima en dicha época eran las llamadas Santa Bárbara, Josefina y María, mientras que las restantes, por ser de mucha menor potencia, o por estar ya agotadas en la región considerada, tenían campos de explotación mucho más reducidos.

Los pozos en cuestión eran los designados con los números 2, 3 y 4, de los cuales el núm. 3 se hallaba situado entre los otros dos, distando 1.300 metros del núm. 2 y 1.200 metros del núm. 4. Los trabajos presentaban una extensión de 3.000 metros con un ancho en ciertos lugares de 1.500 y un recorrido de galerías de 110 kilómetros aproximadamente. De estos trabajos, los de las capas Santa Bárbara y Josefina presentaban la longitud dicha de 3.000 metros, sin solución de continuidad entre los diversos cuarteles, por las numerosas comunicaciones entre ellos; los de María estaban constituidos por dos grandes cuarteles de 1.000 metros cada uno, correspondientes a los pozos núm. 4 y núm. 3.

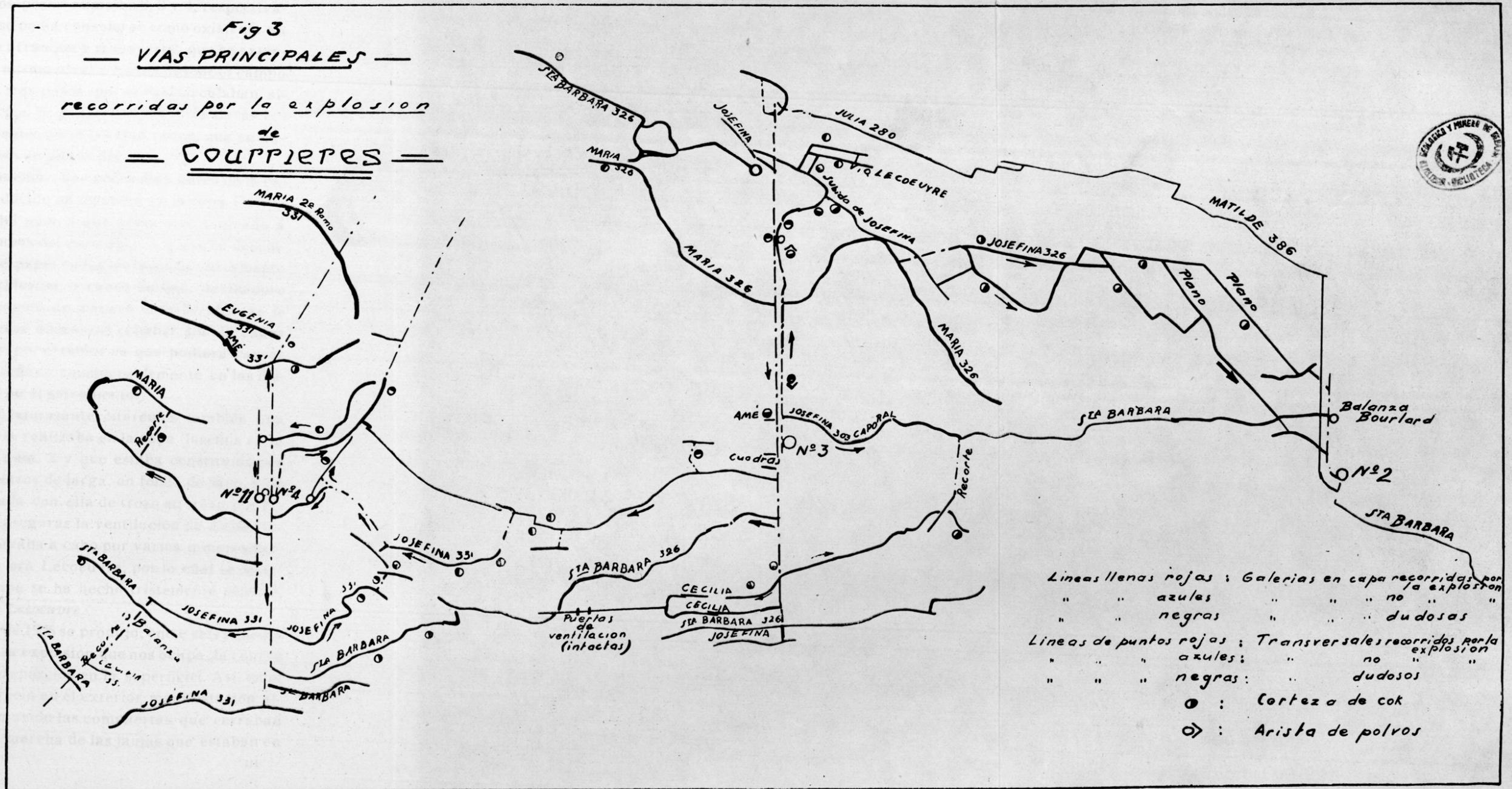
Geológicamente, la región se mostraba muy trastornada, observándose dos grandes fallas, llamadas de la «Plateaux» y «Condestable», además de numerosos accidentes de menor importancia que habían producido una serie considerable de plegamientos y levantamientos de las capas del paquete en cuestión.

Debido a estos accidentes, los trabajos eran verdaderamente intrincados y a consecuencia de ello la ventilación era complicadísima, hasta el punto de que si quisiéramos describirla aquí nos ocuparía buen número de páginas. Bástenos decir en líneas generales que el pozo núm. 3 era pozo de entrada de aire, el cual pasaba después a través de los trabajos, a los dos pozos extremos núm. 2 y núm. 4, salvo una parte del mismo que, después de ventilar unos trabajos situados al S. del núm. 3, salía de nuevo al exterior por este mismo pozo mediante un compartimiento de ventilación (goyot) practicado en él y sobre el que aspiraba un ventilador. El pozo núm. 4 recibía, además del aire que le llegaba por el núm. 3, otra corriente procedente de su pozo gemelo núm. 11, e igualmente el núm. 2 recibía también, además del aire del núm. 3, otra corriente, procedente de otro pozo próximo al núm. 10. De todos estos pozos, los números 2, 3, 10 y 11 eran pozos de extracción, mientras que el núm. 4 lo era sólo de ventilación. Las explotaciones del núm. 10 no fueron recorridas por la explosión, por lo que no hay que tenerlas en cuenta.

En los diversos trabajos de los tres pozos considerados encontraban ocupación 1.664 obreros, repartidos como sigue:

Pozo núm. 2	517
» » 3	482
» » 4	665

Las explotaciones se realizaban a diversos niveles, a causa de los accidentes ya citados que presentaban las capas, pero la actividad mayor existía a los niveles de 340,



326 y 331 metros en los pozos números 2, 3 y 4, respectivamente; es decir, que se podía considerar como existente un gran piso general de arranque y transporte, que se extendía sensiblemente al mismo nivel a través de todo el campo de explotación de los tres pozos, por el cual circulaban, siguiendo galerías anchas en general, la mayoría de las corrientes de aire existentes entre los tres pozos, que se hallaban así comunicados ampliamente.

Conviene decir, además, que pocos días antes de la catástrofe se había producido un incendio en la capa Cecilia al nivel 326 al S. O. del núm. 3 que había sido tabicado a este nivel y al 280. ambos del pozo núm. 3, y que ha desempeñado un importante papel en los trabajos de salvamento consecutivos a la explosión, a causa de que, habiéndose exagerado su importancia de manera considerable, se le atribuyó en los primeros momentos el haber sido la causa de la catástrofe y que, por el temor de que pudiera causar otros daños graves, influyó considerablemente en las disposiciones adoptadas en el salvamento.

Como otro punto interesante citaremos también una labor de avance, que se realizaba en la capa Josefina en la región NE. del pozo núm. 3 y que estaba constituida por una galería de 200 metros de larga, en fondo de saco, y de su paralela, comunicada con ella de trozo en trozo por recortes, con el fin de asegurar la ventilación de dicho trabajo. Esta labor se llevaba a cabo por varios mineros hermanos, cuyo apellido era Lecoouvre, por lo cual se designaba a esta galería, que se ha hecho tristemente célebre, con el nombre de *Vía Lecoouvre*.

El día 10 de marzo de 1906 se produjo, entre seis y media y siete menos cuarto, la explosión que nos ocupa, la cual se apreció en pequeña proporción en la superficie. Así, en el pozo núm. 2 no se apreció en el exterior manifestación alguna, no habiéndose movido las compuertas que cerraban el pozo ni alterado la marcha de las jaulas que estaban en

movimiento, siendo preciso que un vigilante del interior, que hallándose en un enganche sintió una fuerte conmoción y vió salir de un pocillo una columna de polvo negro, diese la alarma; en el pozo núm 3 se produjo una salida violenta de aire y humo negro espeso, que invadió toda la plaza de enganche de la superficie, arrancó una de las chapas de la cubierta de la misma y lanzó hacia las poleas, aunque a poca altura, una jaula que cayó sobre los taquetes; la inspección realizada en seguida en el pozo demostró que el compartimiento de ventilación estaba destruído, ya que el ventilador aspiraba aire fresco, que las campanas de señales no funcionaban y que el pozo estaba obstruído por los materiales del compartimiento de ventilación y el guionaje, hasta el punto de que fué imposible descender más abajo de los 170 metros, a pesar de muchas horas de un trabajo arriesgadísimo, realizado por alto personal de la Compañía; en cuanto al grupo de los pozos números 4 y 11, en este último una jaula fué lanzada a las poleas, cayendo luego a los taquetes de seguridad y se elevó del orificio una columna de humo negro «con un ruido análogo al de una rotura de una tubería de vapor», según frase de un testigo, mientras que en el núm. 4, cuatro obreros que se ocupaban sobre un andamio en la reparación del encofrado del pozo fueron lanzados violentamente por la columna de gases, que hizo caer más bajo a uno de ellos, que encontró la muerte, y lanzando a otro a la galería de aspiración del ventilador; el pozo fué invadido en seguida por los gases irrespirables que venían del fondo.

Los trabajos de salvamento tropezaron con enormes dificultades por la invasión de la mina en su totalidad (1), por los gases deletéreos y por los numerosos hundimientos producidos; la falta de aparatos respiratorios agravaba

(1) 110 kilómetros de galerías.

más la situación. A pesar de todos los esfuerzos, no fué posible salvar más que una pequeña parte del personal, mucho del cual fué muerto por los efectos dinámicos y caloríficos de la explosión y otra parte de él que pereció asfixiado o intoxicado por los gases deletéreos. Hasta el 24 de agosto del mismo año, o sea cinco meses y medio después de la explosión, no se terminó la extracción de los cadáveres, habiendo sido en el campo de explotación del núm. 3 donde las dificultades existentes eran más grandes y retrasaron más esta extracción. De los 1.664 obreros descendidos el día de la explosión murieron 1.099, repartidos en los diversos pozos como sigue.

Pozo núm. 2..	164,	o sea el 32 por 100 de los bajados.
Pozo núm. 3..	429	» 89 » »
Pozo núm. 4..	506	» 76 » »

De éstos, 17 cadáveres no han podido ser encontrados, a pesar de las más detalladas y minuciosas investigaciones, suponiéndose que habrían quedado dentro de una porción de los trabajos que hubo necesidad de aislar por tabiques para combatir un fuego que se había presentado durante el salvamento.

El estudio detenido de la mina y de los efectos que en ella se observaron, al ir penetrando en los diversos trabajos, permitió establecer la extensión y desarrollo de la explosión y hacer hipótesis acerca de su causa y del punto de origen. En la figura 3 damos un plano de las vías generales recorridas por la explosión, tomado del informe redactado por Mr. Heurt-au (1), acerca de ésta; en dicho plano se indica separadamente el recorrido de las llamas de la explosión, apreciado por los efectos caloríficos observados, y el de los gases deletéreos posteriores, que invadieron aún los lugares que se habían librado de los efectos destructores de aquélla.

(1) La catastrophe de Courrières, Ann. Min. Oct. y Nov., 1907.

Los efectos de la explosión sobre los obreros han sido diferentes según las diversas regiones de la mina. En el pozo núm. 2 no se han observado efectos instantáneos sino en el nivel 340, en el cual casi todos los obreros han muerto en el lugar en que se hallaban al ocurrir la explosión; en el piso superior, así como en el subpiso intermedio, todos han podido huir, o por lo menos intentarlo, como lo probaba el que los muertos se hallaban distantes de sus diversos puestos.

En el pozo núm. 3, en la región N., todos los obreros del nivel 326 han muerto y de ellos los tres cuartos en el mismo lugar de su trabajo; los obreros de los niveles superiores han tenido tiempo de intentar la huida, habiéndolo logrado una parte de ellos; es decir, que estos niveles no han sufrido sino las consecuencias posteriores a la explosión. En cuanto a la región S. del mismo pozo, se observaron análogos hechos, así como en los enganches y transversales del pozo, salvo en las explotaciones en las regiones levantadas de las capas, en las cuales las muertes no parecían haber sido instantáneas, y de las que procedían los 13 obreros que el 30 de marzo, o sea veinte días después de la catástrofe, aparecieron inesperadamente en las proximidades del pozo núm. 2.

Por último, en el pozo núm. 4, los efectos instantáneos sobre el personal se han observado también en el piso de explotación, así como en los enganches del pozo y sus alrededores.

Pudo establecerse, por lo tanto, que los efectos instantáneos de la explosión se habían extendido, a través de los campos de explotación de los tres pozos, por todo el gran nivel de arranque y transporte, salvo algunos cuarteles situados en los extremos N. y S. El resto de los trabajos fué después recorrido por los gases deletéreos, que completaron así la obra mortífera de la explosión.

En cuanto a los efectos dinámicos y caloríficos de la ex-

plosión, su estudio permitió seguir con seguridad su recorrido y llegar a localizar el lugar donde tuvo su origen. Para ello se puso especial atención a los depósitos, sobre las paredes y techos de las galerías, así como sobre los hundimientos, de una especie de hollín característico; a las cortezas de cok, que estaba probado, por otras explosiones de polvos, que se encontraban sobre la cara de las maderas de la entibación, en el lado opuesto a aquel de donde venía la explosión; a las aristas de sección triangular de polvos, que se observaban sobre dichas maderas y que también indican la dirección de la llama, entre los efectos caloríficos, y a las puertas de ventilación, arrancadas y proyectadas en el mismo sentido que la explosión; a los cuadros de entibación, derribados en dicha misma dirección; a los armazones de los vagones de madera, torcidos por la violencia de la onda explosiva, y a las vagonetas de hierro cuyas cajas estaban aplastadas por la misma acción, entre los efectos dinámicos. Claro está que en este caso, como en otras explosiones ocurridas, algunos de estos indicios presentaban indicaciones a veces contradictorias, debido a causas inexplicables o casi inexplicables, entre las cuales quizá hubiera que considerar acciones de choque de retroceso o explosiones secundarias; pero la generalidad de ellos permitieron seguir de una manera bastante segura la dirección de la llama en casi todas las galerías recorridas por la misma, salvo en algunos trozos dudosos. Así, y como se ve por la inspección del plano antes citado, la única comunicación existente entre las regiones N. y S., recorridas por la explosión, era el transversal del nivel 326 al N. del núm. 3, y en éste los indicios dinámicos, tales como cuadros de entibación derribados, otros de hierro torcidos, vagonetas torcidas o aplastadas, marcaban claramente que el sentido de la explosión fué de N. a S., o sea que se pudo establecer que había partido de algún lugar situado en los trabajos al N. del núm. 3. Esta limita-

ción del lugar de origen facilitó grandemente los resultados, permitiendo, por cuidadosas investigaciones, llegar a una región dudosa situada al N. de la capa María siguiendo el referido transversal, en la cual se observaron efectos que a primera vista parecían indicar resultados contradictorios, ya que en una misma galería se observaban en un trozo efectos que indicaban un sentido de la explosión y en otro efectos que indicaban un sentido contrario; al mismo tiempo, la violencia de los efectos dinámicos mostraba haber sido considerable en dicha región, pareciendo indicar su proximidad al punto de partida de la explosión. Esto hizo pensar que la explosión debía haberse originado en algún punto situado entre ambos trozos de galería, y como precisamente entre ambos se abría sobre ella el trabajo de avance antes citado y conocido con el nombre de Via Le-coeuvre, se pensó que en ella debía hallarse el punto de origen buscado. En esta labor los efectos, tanto caloríficos como dinámicos y principalmente estos últimos, eran marcadísimos, encontrándose puertas destrozadas totalmente, vagones aplastados, tubos de ventilación desmenuzados (uno de ellos estaba en 84 trozos) y los obreros en número de cuatro que habían muerto en el mismo lugar del trabajo, hallándose uno de los cuerpos al cual la explosión había arrancado los dos miembros derechos, llevándolos 2,50 más allá del emplazamiento del cadáver; los efectos caloríficos, y sobre todo las cortezas de cok y las aristas de polvos, abundaban, y todos ellos, así como los efectos dinámicos, indicaban que la explosión había partido de un punto muy cercano del frente de la citada vía. Sin embargo, esto fué lo único que pudo averiguarse, habiendo sido imposible determinar de manera indubitable la verdadera causa de la explosión. Varias hipótesis se hicieron, de las cuales unas fueron desechadas de plano, mientras que otras, en número de cuatro, quedaron sin confirmación ni denegación categórica.

A consecuencia de todo el estudio realizado, el Consejo General de Minas estableció en su informe (1) las siguientes conclusiones, interesantísimas desde el punto de vista del peligro de los polvos de carbón:

«Si bien no ha sido posible establecer la causa exacta de la inflamación inicial, que ha determinado la catástrofe de 10 de marzo de 1906, es incontestable que su extensión parece ser debida a la propagación, a causa de diversas circunstancias, de la inflamación de los polvos en toda la extensión del campo de explotación de los tres pozos números 2, 3 y 4.»

«Las minas de carbón no grisuosas pueden, a causa de los polvos, estar expuestas, en circunstancias que por ahora no es posible precisar, a los mismos peligros que las minas de grisú.»

Y por último, que «es de opinión de pedir a la Comisión del Grisú que proceda a los estudios necesarios para dar su opinión sobre esta cuestión del peligro del polvo de carbón y de los medios de remediarlos.»

Consecuencia de esto último han sido los trabajos interesantísimos y verdaderamente completos realizados en la Estación de ensayos de Lievin, primero, y en la de Mont-lucon después, y de los cuales nos vamos a ocupar en detalle.

CAPÍTULO V

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN FRANCIA

Según hemos visto en el capítulo anterior, una consecuencia inmediata de la catástrofe de Courrières fué la recomendación del Consejo general de Minas de que se realizasen estudios detallados y completos acerca del peligro

(1) Avis du Conseil Général des Mines sur l'accident des Mines de Courrières du 10 Mars 1906.

que entrañaban los polvos de carbón, estudiando hasta en sus menores detalles el fenómeno de la explosión de polvos y los medios que intervenían para modificarla, tanto en sentido positivo, es decir, agravatorio, como negativo, o sea contrario a la producción de una inflamación, o a la propagación de ésta en el caso de haberse producido.

Para ello se han realizado en Francia estudios completísimos en la estación de ensayos de Lievin, creada por el Comité central des Houillères de France. Estos ensayos se han realizado bajo la dirección de Mr. Taffanel, el distinguido Ingeniero de Minas cuya competencia en esta cuestión está fuera de toda duda. Dada la importancia de la cuestión y lo completo de los estudios realizados, vamos a ocuparnos de ellos con toda extensión, ya que constituyen una documentación única por su importancia y que sus resultados han constituido la guía de los estudios realizados en estos últimos tiempos, sea en Francia, en su nueva estación de ensayos de Montlucon, sea en Inglaterra, en sus estaciones de Altofts y Eskmeals, sea, finalmente, en Norteamérica, en las de Pittsburgh y Bruceton.

El método empleado por Mr. Taffanel era absolutamente científico, siguiendo un programa que se había trazado previamente y que expuso en una conferencia dada en el Distrito Norte de l'Industrie Minerale en 20 de diciembre de 1908 y de la cual transcribimos a continuación algunas frases:

«No nos bastará, en efecto, haber determinado, mediante un mayor o menor número de ensayos, que tal o cual medio preconizado para luchar contra el peligro de propagación de las explosiones de polvo es más o menos eficaz. Queremos hacer más y mejor. Queremos establecer, paralelamente a grisimetría, un método de ensayo de los polvos: queremos que simplemente por el ensayo cuantitativo y cualitativo, físico y químico de los polvos recogidos en una galería, se pueda llegar a decir con toda seguridad si la ga-

lería está o no en condiciones peligrosas, desde el punto de vista de la propagación, y en caso afirmativo, qué modificaciones es preciso introducir en el yacimiento de polvo, existente en ella para convertirla en no peligrosa. No llegaremos a este resultado sino el día en que conozcamos bien el mecanismo de la combustión.»

«Por esto, paralelamente a nuestros ensayos prácticos, que consisten en observar empíricamente si tal o cual polvo, bajo condiciones determinadas, da o no lugar a una inflamación de mayor o menor violencia, nos ha parecido indispensable continuar al mismo tiempo los estudios de carácter más científico, de los que acabamos de dar la orientación.»

«Así, a medida que avancen las investigaciones, su horizonte se va ensanchando y nuestro objeto se nos va apareciendo más vasto. Pero las varias etapas que hemos franqueado nos dejan la esperanza de que el problema no es irresoluble, y que, con paciencia y trabajo, se llegará a su resolución.»

Los diferentes ensayos realizados en la estación de Lievin están agrupados en seis series diferentes. Las dos primeras series pueden considerarse como constituyendo un *primer ciclo* de experimentos, cuyo objeto es la determinación de las condiciones que debe reunir una nube de polvo, para que se pueda propagar en ella una inflamación. Dentro de este objeto, la primera serie tiene por objeto estudiar, respecto a este punto, la influencia de la cantidad de polvo y de su proporción en materias volátiles, y la seguridad, conocer la influencia de la proporción de partículas incombustibles presentes en el polvo. Como se ve, estas dos series constituyen el fundamento racional de las investigaciones a realizar.

La tercera serie de ensayos constituye el *segundo ciclo*, cuyo objeto es la determinación de las condiciones que debe reunir un yacimiento de polvo para que en él pueda tener

su origen una inflamación producida por las causas más corrientes.

La cuarta serie constituye el *tercer ciclo*, cuyo objeto es la investigación de los yacimientos de polvo y de los diversos dispositivos, por medio de los cuales se pueda detener una explosión que haya adquirido ya un cierto desarrollo.

La quinta serie es en realidad una continuación de las dos primeras, en lo referente a las condiciones de inflamabilidad, y la sexta y última se refiere a la aplicación de los resultados de todas las experiencias anteriores y a la determinación de una fórmula empírica que dé el grado relativo de peligro o de seguridad de un yacimiento de polvo.

Estudiaremos separadamente cada una de estas series de ensayos.

PRIMERA Y SEGUNDA SERIES

Ensayos de inflamabilidad.

Estos ensayos fueron llevados a cabo antes de la puesta en servicio de la gran galería de experiencias de la estación de Lievin, con el fin de poder precisar ya algunos de los datos principales del complejo problema a estudiar. Para ambas se empleó un aparato, instalado en la plaza del pozo número 1, de Lievin, que en la segunda serie recibió algunas modificaciones, basadas en los resultados de la primera.

Tanto en una como en otra serie se puso especial cuidado en operar sobre nubes de polvo de carbón, tan homogéneas como fuese posible y de las cuales se conociesen además la densidad, o peso de polvos en suspensión por metro cúbico de aire, teniendo en cuenta que de no conocer estos datos, los resultados no permitirían establecer conclusiones generales. De no ser homogénea la nube de polvo, cuya inflamabilidad se pretende, ésta podrá o no ocurrir, según que el medio empleado para conseguirla se ponga o no en contacto con una porción de dicha nube de den-

sidad elevada, sin que sea posible extender la consecuencia a toda la nube, y si no se conoce la densidad, aunque la nube sea homogénea, no se podrá establecer tampoco una consecuencia referente a todas las demás nubes de análogas condiciones. Claro está que estas condiciones de homogeneidad no se realizarán en general en las explosiones mineras, ya que la nube levantada por un barrenado, que dé bocazo, no será casi nunca homogénea; pero los experimentadores, con muy buen acuerdo, pensaron que, dada la complejidad del problema, se hacía preciso estudiar separadamente las diversas condiciones que en el mismo se presentan, y que con el fin de que las conclusiones sean aplicables a los casos mineros, precisaba que las condiciones de los experimentos fuesen las más favorables posibles para conseguir la inflamación, lo que se consigue por diversos medios, entre los cuales uno de los más importantes es evidentemente la homogeneidad de las nubes.

En la primera serie de estos ensayos (1) se trataba de determinar la influencia de la densidad de la nube sobre la inflamabilidad, para salvar así una laguna dejada por todos los ensayos realizados anteriormente en diversos países. Además, se ha tratado de adquirir un primer avance acerca de la inflamabilidad relativa de diversos polvos realizando sobre ellos estas experiencias.

En la figura 4 damos un esquema del aparato empleado en la primera serie de ensayos y de las modificaciones introducidas para realizar la segunda. Se compone el primero de un circuito cerrado, construido por tubos de ventilación del tipo ordinario empleado en las minas y de 0.60 metros de diámetro. Este circuito estaba constituido por dos líneas paralelas de dichos tubos, una de las cuales tenía 7.65 metros de largo, mientras que la otra era algo más corta;

(1) Premiers essais sur inflammabilité des poussières. Taffanel — Comité cen. Houill., Fran., y Mo., Min. XVIII, 74.

ambas estaban unidas por los extremos mediante dos tubos del mismo tipo. La primera línea tenía sus dos extremos abiertos, mientras que la segunda, intercalada entre los dos tubos de unión, comunicaba con el exterior mediante los extremos de estos últimos; en aquella estaban practicadas cinco ventanas cuadrangulares provistas de vidrio armado de $0,10 \times 0,10$ metros, y en su medio, y siguiendo su generatriz superior, estaba colocada una pequeña tolva para la introducción de los polvos a ensayar; en la segunda línea estaba intercalado un ventilador de aire comprimido, del tipo aeromotor, de Galland, destinado a producir el movimiento de aire en todo el circuito; durante las experiencias, los cuatro orificios de comunicación con el exterior

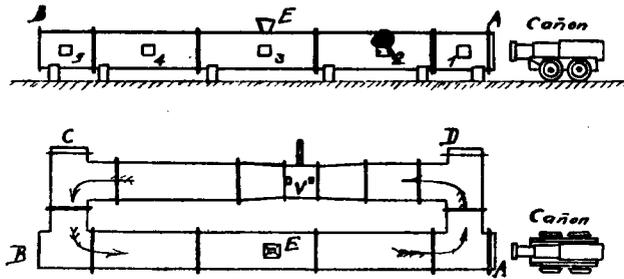


Fig. 1. - Apparat employé en la Première Serie

se cerraban mediante hojas de papel fuertemente sujetas; en B, mediante una cuerda, y en A, C y D, por círculos de hierro angular encajados sobre los extremos de los tubos.

Para producir la inflamación se empleaba la explosión de una cierta cantidad de explosivo, que se cargaba en el orificio practicado en un cañón, constituido por un trozo de eje viejo de hierro de una máquina de extracción montado sobre un truck provisto de ruedas. El orificio era de cuatro centímetros de diámetro y 16 centímetros de profundidad. Para cada experiencia el cañón se llevaba frente a uno de

los orificios de A o B, colocándolo con la boca casi unida a la hoja de papel de cierre; el disparo se hacía eléctricamente.

Para poner en suspensión el polvo de carbón y formar la nube homogénea se vertía poco a poco por la tolva de carga la cantidad de polvo a emplear en el experimento, después de haber puesto en marcha el ventilador, una vez todos los orificios cerrados; el ventilador producía así el movimiento, en circuito cerrado, del aire contenido en el conjunto de tubos y el polvo iba siendo arrastrado a medida que caía de la tolva, quedando en suspensión en el aire; a este aire se le hacía recorrer durante esta carga de cinco a cincuenta veces el circuito, lo que, unido a la agitación producida por las paletas del ventilador, aseguraba la homogeneidad de la mezcla.

Para la observación de los resultados los observadores se colocaban a unos 15 metros de distancia del aparato, de modo que tuvieran delante las ventanas de observación antes citadas y, una vez esto hecho, se daba fuego a la carga de explosivo, mirando atentamente a las ventanas para notar el paso de la llama por ellas. Si no había inflamación, el explosivo daba una llama, de observación muy difícil, que sólo aparecía frente a las dos primeras ventanas; si había inflamación de los polvos, la llama, rojo oscuro, aparecía en diversas ventanas y aun salía por el orificio del tubo opuesto al cañón; según el tiempo que tardaba la llama en pasar de una ventana a otra, se clasificaba como rápida, lenta o muy lenta.

El cañón se colocaba unas veces en el orificio A de la galería, o sea que el disparo se hacía contra el sentido de la corriente de aire, [y otras en el B, para hacer el disparo en el mismo sentido de la corriente de aire.] y otras en el B, para hacer el disparo en el mismo sentido que dicha corriente. Por unos ensayos preliminares se ha visto que la inflamación era más fácil si el cañón se colocaba en A y,

por tanto, dejando para más adelante el estudio de la influencia del tiro contra o a favor del aire, se eligió la posición frente a A, o sea el tiro contra la corriente de aire, para ponerse así en las condiciones más favorables a la inflamación.

Por la misma razón, después de otros ensayos, se eligió como velocidad del aire más favorable a la inflamación la de cuatro a cinco metros por segundo.

La carga de explosivos escogida para todos los ensayos de la primera serie fué la de medio cartucho de dinamita-goma, y el grado de finura del polvo fué tal que la proporción del mismo, que no pasaba a través del tamiz núm. 200, era muy pequeña.

Los ensayos se realizaron sobre diversos polvos de minas francesas, escogidos de tal modo que su proporción en materias volátiles formase una escala. Con cada uno de ellos se realizaron diversos ensayos, con el fin de determinar la densidad mínima de nube con la cual se producía inflamación.

Como resumen de los resultados damos el siguiente cuadro, en el cual se exponen los contenidos en materias volátiles (deducción hecha de cenizas y humedad), las densidades de nube (brutas y calculadas, deduciendo cenizas y humedad), a las cuales empiezan a observarse inflamaciones, y las densidades de nube, brutas y calculadas, a partir de las cuales hay inflamación siempre.

CUADRO PRIMERO

CARACTERÍSTICAS DE LOS POLVOS EMPLEADOS		Densidades de nube a partir de las cuales se empiezan a producir inflamaciones (gramos por metro cúbico).		Densidades de nube a partir de las cuales hay siempre inflamaciones (gramos por metro cúbico).	
PROCEDENCIA	Materias volátiles deduciendo H ₂ O y Cenizas	Brutas.	Calculadas.	Brutas.	Calculadas.
Antracita	11,2	No se logró producir inflamación.			
Lens 2	11,3	»»			
Dourges	15,4	138	120	138	120
Lens 1	26,6	70	60	104	90
Lievin 1 a 3	28,4-31,4	46	39-44	70-74	67-68
Bruay	30,0	38	33	92	80
Courrières (1)	30,6	23	21	58	52
Lignito	53,3	30	23	40	31

Como resultado de estos ensayos se establecieron por Mr. Taffanel las siguientes conclusiones:

«Los ensayos muestran, en primer lugar, que, para la mayor parte de los polvos ensayados, no son precisas grandes cantidades de polvos para formar, una vez en suspensión, una nube inflamable. Una galería de mina en la cual se pueden recoger 100 gramos de polvos por metro cúbico se califica en general como poco polvoriento. Sin embargo, importa observar que los ensayos realizados han operado hasta ahora sobre polvos de talleres de cribado, que son más puros y en general más inflamables que los del interior.»

«Se ve, en segundo lugar, que la débil carga que representa medio cartucho de dinamita-goma está por encima de la carga límite para la mayor parte de los polvos ensayados. Se trata, bien entendido, de carga sin atacado.»

«En fin, se observará que, para los ocho tipos de polvos

(1) Polvo recogido en uno de los pozos en los que ocurrió la catástrofe. Obsérvese la baja densidad a la cual empiezan las inflamaciones.

ensayados, el orden de inflamabilidad creciente es el mismo que el orden de proporción creciente en materias volátiles.»

«Al lado de los resultados numéricos que, no hay que olvidarlo, son sólo aproximados, conviene deducir la conclusión de conjunto de que hay diferencias muy grandes entre los tres grupos siguientes: por una parte la antracita y los polvos de Lens 2, con débil proporción de volátiles, no inflamados; por otra, los de Dourges y Lens 1, con proporción media de volátiles, inflamables, pero sin grandes efectos de llama y con tendencia marcada al ahogamiento de la misma; por último, los cuatro tipos más ricos en materias volátiles, que se han inflamado a partir de densidades débiles de nube y que han dado efectos de llamas, tanto más importantes cuanto que la densidad de nube era mayor.»

En cuanto a la segunda *serie de ensayos* (1), su objeto era, por una parte, determinar la influencia de la carga de explosivo sobre la inflamabilidad de las nubes de polvo, y por otra, determinar las variaciones de esta inflamabilidad cuando se añaden polvos inertes (pizarrosos) a la nube de polvos inflamables.

El aparato empleado para estos ensayos fué el mismo que hemos descrito para la primera serie, pero con algunas modificaciones aconsejadas por la experiencia adquirida por los ensayos de ésta, tal como se indica en la figura 4 b. La principal modificación residía en el modo de poner en suspensión en el aire los polvos a ensayar; en la primera serie se había observado que cuando se trataba de operar con grandes cargas de polvo su puesta en suspen-

(1) Ann. Min., XVIII, 7e.

sión por medio de la tolva colocada en el tubo AB era difícil, pues además de requerir un espacio de tiempo considerable, se corría el riesgo de que se formasen pequeños montones en ciertas partes del circuito; además, dado el espacio de tiempo empleado, se producían fugas de aire y de polvos por las juntas de los cierres de papel de los orificios del aparato, favorecidas por el escape de aire comprimido que producía el tipo aeromotor del ventilador empleado. Por ello se substituyó este ventilador por otro, accionado exteriormente mediante una correa y, para poner en suspensión los polvos, se los depositaba en un mon-

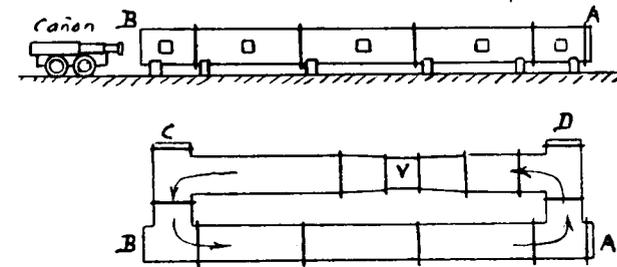


Fig 4 bis - Aparato empleado en la Segunda Serie

tón en el interior del aparato, delante del orificio B y, después de haber puesto en marcha el ventilador y por lo tanto el aire del circuito, se soplaba sobre dicho montón mediante un tubo de aire comprimido que se introducía a través de un agujerito practicado en el cierre de dicho orificio, poniendo así en suspensión de una manera rápida y completa la masa de polvo, sin que se produjesen fugas de importancia por las juntas del aparato.

Otra modificación residía en el emplazamiento del cañón que producía la inflamación. Como hemos indicado más arriba, en la primera serie de ensayos se había escogido la posición A del cañón, porque se había visto que la inflama-

ción se producía tirando contra la corriente de aire con mayor facilidad; pero los experimentadores pensaron que podía hacerse a estos ensayos el reproche de que dicha mayor facilidad fuese debida a que la corriente de aire había acumulado polvos en dicho extremo del tubo, y por ello, y para evitarlo, decidieron colocar el cañón en el orificio B, o sea tirar en el mismo sentido que la corriente de aire. Con este emplazamiento no quedaba el temor de que en B quedase depósito alguno de polvo, ya que el chorro de aire comprimido, empleado para ponerlos en suspensión, los arrastraba por completo.

Los polvos con los cuales se realizaron los ensayos se fabricaban por trituración de hulla de las minas de Lievin, que contenía de 3 a 5 por 100 de cenizas y de 29 a 30 por 100 de volátiles; triturada primero en un molino de bolas, se pasaba después por un pulverizador Alsing, hasta que el residuo que no pasase a través de un tamiz del número 200 fuera menor del 5 por 100. Igual operación se hacía con pizarras de mina poco carbonosas, que desempeñaron el papel de polvos inertes en los diversos ensayos.

En el primer grupo de ensayos de esta serie, o sea aquellos cuyo objeto era determinar la influencia que en la inflamabilidad tenía la carga y la naturaleza del explosivo, se dispararon cargas diversas de pólvora negra y de dinamita-goma para diversos valores de la densidad de la nube de polvo, observando el momento en que se producía la inflamación.

En el segundo grupo de ensayos, o sea en los que se trataba de averiguar en qué medida es susceptible de modificar la inflamabilidad de una nube, la presencia de partículas estériles que no participan de ningún modo en la combustión se mezclaban a los polvos de carbón diversas proporciones de polvos estériles, determinando los retardos de la inflamación, que se iban produciendo a medida que la proporción de estériles aumentaba en la mezcla.

Las conclusiones generales establecidas por Mr. Taffanel, después de esta serie de ensayos, han sido las siguientes:

«1.^a Cuando los polvos están puestos por completo en suspensión, de modo que formen una nube inflamable, no es precisa una llama muy voluminosa para producir su inflamación. La llama producida por la detonación de 10 gramos de pólvora negra, y en ocasiones de cinco gramos solamente, es la suficiente.»

«2.^a Cuando la nube es inflamable, la causa inicial desempeña en cierto modo el papel de cebo, y no se observan diferencias sensibles en la propagación cuando se aumenta el volumen de la llama quintuplicando la carga del explosivo. Sin embargo, un explosivo rompedor, la dinamita-goma, determina una onda de aire más importante y proyecta la llama a mayor distancia. Es posible que los remolinos y aceleraciones que acompañan a la onda de detonación contribuyan a aumentar la velocidad de la llama y a dar a la combustión de polvos un carácter más vivo.»

«3.^a Cuando se añaden polvos incombustibles a los polvos de carbón se disminuye de una manera muy notable la velocidad de propagación. Este efecto es notable, sobre todo, cuando se le compara al de la adición de polvos carbonosos por encima de la cantidad que puede arder en el oxígeno disponible, porque se sabe que en este último caso no hay reducción sensible de la velocidad de la llama

.....

.....

.....

La presencia de las pizarras tiene, pues, una influencia moderadora muy neta y se pueden ya augurar de estos ensayos los resultados favorables que dará la esquistificación para prevenir la producción de explosiones de polvos.»

«4.^a Pero es preciso notar que se obtienen aun rubes inflamables con proporciones elevadas de polvos de pizarra

que alcanzan el 62 por 100 en las condiciones de nuestros ensayos; de modo que si una explosión violenta, por ejemplo una explosión de grisú, pone en suspensión en una galería de mina una nube que contenga esa proporción de pizarras y cuya densidad sea suficiente, no hay duda de que la explosión podrá propagarse; solamente ella lo hará con mayor lentitud que si los polvos de carbón estuviesen sin mezcla.»

«En definitiva, la disminución muy marcada de la velocidad de propagación conduce a orientar las investigaciones hacia la esquistificación, como medio a emplear para impedir las explosiones de polvo naciente; pero la inflamabilidad persistente de ciertas nubes fuertemente esquistificadas deja subsistir cierta duda acerca de la eficacia de la esquistificación como medio de detención de una explosión de polvo. La solución de estas cuestiones incumbe a los ensayos en galería que se realizarán a continuación de esta serie.»

CAPITULO VI

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN FRANCIA

(Continuación.)

TERCERA SERIE

Producción de explosiones de polvo de carbón.

Terminados los experimentos que constituyeron las dos primeras series de ensayos, y de los cuales nos hemos ocupado en el capítulo anterior, se quiso proceder en la estación de ensayos de Lievin, a partir de mayo de 1908, a una nueva serie que constituyó el principio del segundo ciclo de experiencias y que se refería a ensayos de carácter más general que los de las series anteriores, cuyo único objeto

era conocer las condiciones de propagación de una explosión en nubes homogéneas y producidas con anterioridad a la causa originaria de la inflamación. Estos ensayos han constituido la base de los que vamos a describir en este capítulo, y en los cuales se ha querido estudiar la inflamabilidad del polvo de carbón y los diversos factores que influyen en la producción y propagación de las explosiones, poniéndose en condiciones lo más aproximadas posible de las que existen en las minas.

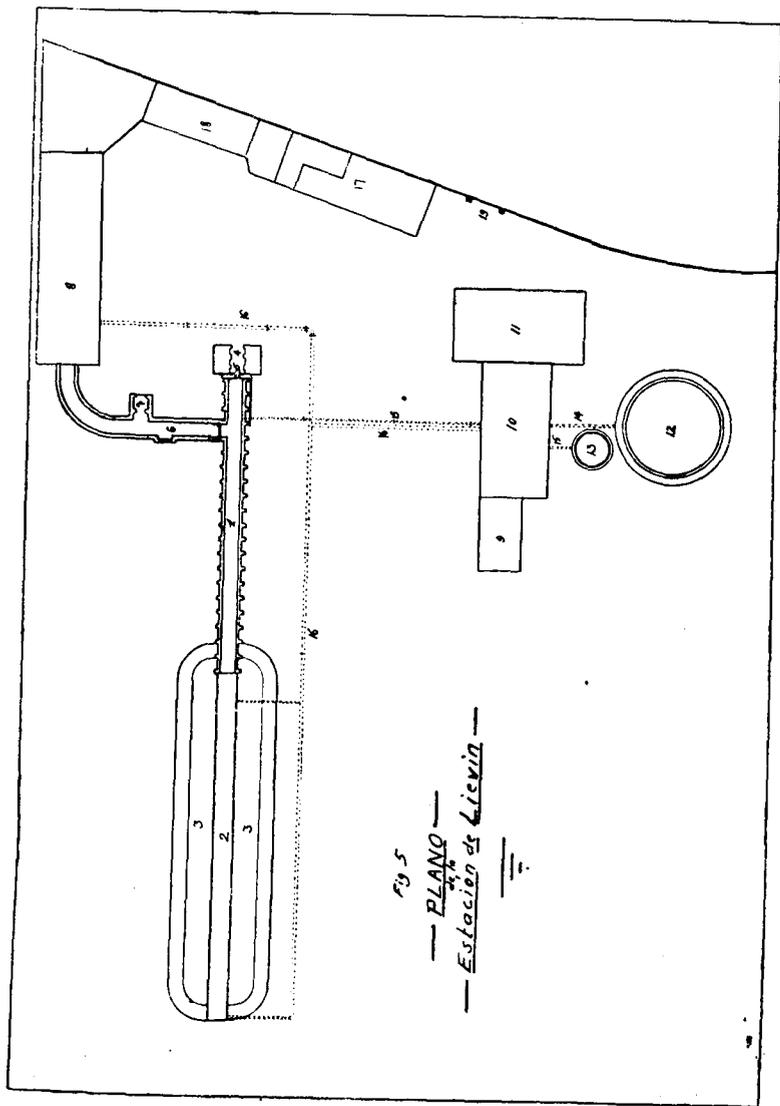
Para ello, estos ensayos se han realizado en la galería de experiencias, construída en la estación de ensayos, y cuya descripción detallada vamos a hacer.

Descripción de la estación de ensayos de Lievin (1). —

Esta ha sido una de las más completas que han existido en Europa, habiendo sido destruída durante la invasión alemana del Norte de Francia en la gran guerra. En ella, además de la gran galería para el estudio de las explosiones de polvo de carbón, existían otra galería pequeña para el estudio de los explosivos, una estación para el ensayo de lámparas de seguridad y numerosos servicios auxiliares, tales como instalación para la preparación de mezcla de aire y grisú, con el fin de lograr atmósferas grisuosas en la gran galería de ensayos; taller de preparación de polvos de carbón, gasómetros para grisú, etc. En la figura 5 damos un plano detallado de la estación que nos ocupa.

La gran galería, en la época en que se realizaron los ensayos que vamos a describir, tenía una longitud de 65 metros, de los cuales los 30 primeros estaban construídos de hormigón armado muy resistente, calculado para resistir una presión de cuatro kilogramos por centímetro cuadrado; para ello, las paredes tenían un espesor de 22 centímetros, estando reforzadas cada una 1,50 metros, por contrafuertes

(1) Description de la Station d'essais de Lievin. Taffanel.



también de hormigón armado de 57 centímetros; la armadura de este hormigón se componía de barras de 30 milímetros de diámetro. La sección de este trozo de galería era trapezoidal, de 1,85 metros de altura, 1,40 de ancho en la corona y 1,60 en el piso, lo que daba una sección de 2,80 metros cuadrados.

En los cuatro ángulos el hormigón formaba un refuerzo que cada 60 centímetros estaba cortado, con el fin de dejar sitio a los cuadros de minas que conviniera emplear en los ensayos, y los cuales, al estar encajados en las entalladuras así formadas, quedaban asegurados contra el empuje producido por las explosiones. Este trozo de galería, que al exterior no estaba rodeada de fábrica ni terraplén alguno con el fin de permitir su observación desde distancia, estaba provisto de 12 ventanillos de 200 × 150 milímetros, en los cuales estaban colocados vidrios armados de 30 milímetros de espesor.

Con el fin de estar en condiciones análogas a las existentes en una mina, la galería no tenía válvula alguna de seguridad, de tal modo, que su única comunicación con el exterior la constituía su extremo libre. El otro extremo estaba cerrado mediante una serie de maderos de fuerte escuadría, apoyados en dos sólidos bloques de mampostería. Entre ellos se hacía pasar la boca del cañón de inflamación constituido por un trozo de acero, en el cual estaba practicado un taladro de 55 milímetros de diámetro y 600 de profundidad. Las vigas de madera que cerraban la galería tenían 30 centímetros de escuadría, y el conjunto de los dos macizos de mampostería, en los que se hallaban apoyadas, tenía un volumen de 27 metros cúbicos. El cañón o mortero estaba encastrado entre dichos maderos y su fondo apoyado sobre otros maderos empotrados entre los dos macizos; el eje del taladro se hallaba a 40 centímetros del fondo de la galería, siendo horizontal. A cinco metros de dicho fondo se abría en el trozo de cemento armado una comunica-

ción que podía ser cerrada, mediante una compuerta de chapa, y que daba paso a una galería auxiliar que comunicaba con un ventilador, destinado a limpiar de gases la galería después de las explosiones; durante éstas la compuerta se conservaba cerrada, con el fin de que la inflamación se realizase en atmósfera tranquila, o sea, como sucede en la mayoría de los casos en el interior de la mina, en los frentes de trabajo.

A continuación del trozo de cemento armado la galería se prolongaba otros 35 metros. La construcción de este trozo se ensayó primeramente hacerla de cuadros de mina, reforzados por escuadras de hierro en los ángulos y unidos entre sí por un forro continuo de tablas, de un espesor de 65 milímetros, con un atirantado de hierro y cubierto el conjunto por un terraplén de 1,50 metros de espesor, cuidando de que el perfil interior de dicha galería fuera de la misma sección que el del trozo de cemento armado; sin embargo, después de dos meses de ensayos, este trozo sufrió grandes daños, por lo cual se le reemplazó por otro de igual longitud, pero constituido por cuadros de hierro, unidos por el revestimiento de tablas, atirantados por angulares y cubierto como antes por el mismo espesor de terraplén.

Como en todos los ensayos de esta serie, no se emplearon polvos recogidos en el interior de las minas, por la dificultad de recoger cantidad suficiente para cada ensayo; se preparaban los polvos por trituración de carbón de Lievin, al cual se hacía pasar primeramente por un molino de bolas, para reducirlo a una dimensión aproximada de un milímetro, y después por un pulverizador Alsing, en el cual, según el tiempo de permanencia, se lograba un grado más o o menos grande de pulverización. Ambos aparatos se hallaban instalados en el mismo edificio que el ventilador antes citado.

Para producir la explosión de los polvos se empleaban

dos medios diferentes: uno consistía en el disparo de cargas de explosivo, en el mortero antes descrito, colocando el explosivo sin atacar y produciendo su explosión mediante una cápsula eléctrica; otro método consistía en emplear una explosión inicial de grisú, para lo cual se constituía una cámara en el fondo de la galería mediante un obturador de papel fuerte no poroso, tendido entre dos cuadros de angular, uno fijo a la galería y otro que se sujetaba a éste mediante tornillos; de esta forma se dejaba una cámara de algunos metros de longitud junto al fondo de la galería y a ella se hacía llegar una mezcla explosiva, constituida por proporciones conocidas de aire y de grisú natural, recogido en un *soufflard* del pozo núm. 3, de Lievin, y transportado hasta la estación mediante una canalización, que lo llevaba a un gasómetro de 300 metros cúbicos, del cual, a medida que era preciso, pasaba a un gasómetro de 25 metros cúbicos provisto de un pequeño tanque en su parte superior; llenando más o menos este tanque de agua, elevada por una bomba auxiliar, se aumentaba en consecuencia el peso de la campana y se daba al gas contenido la presión deseada para los ensayos. Dicho grisú se mezclaba, como hemos dicho, con aire, en la proporción que se deseaba, mediante un aparato mezclador especial, después de lo cual se hacía pasar la mezcla explosiva a la cámara de explosión, en la que entraba por un orificio superior, con el fin de ir desplazando el aire contenido en ella, que iba saliendo por una abertura inferior merced a la diferencia de densidad; mediante análisis repetidos de muestras tomadas de la atmósfera de la cámara, se detenía la entrada de mezcla y la salida inferior de aire cuando se veía que la composición de aquella era la requerida.

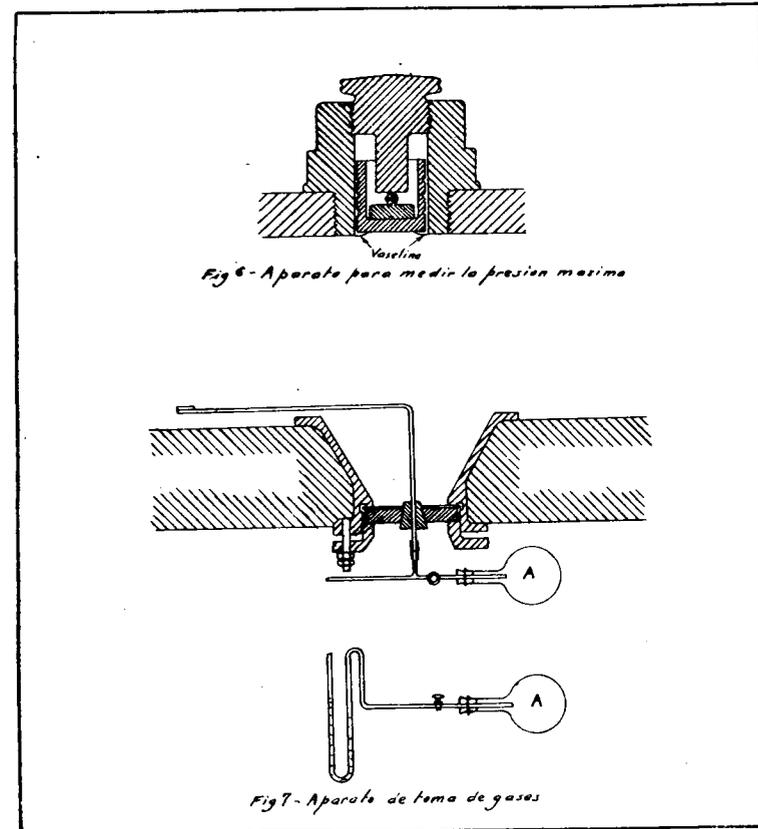
Otra característica importante de la galería que describimos consistía en los medios empleados para apreciar el resultado de los ensayos. Para determinar la extensión de llama se empleaba la observación directa de su paso a tra-

vés de las ventanas del primer trozo de la galería; para ello, los observadores se colocaban en una sala especial de observación, colocada frente a la galería y provista de una tronera horizontal estrecha para evitar los riesgos de entrada por ella de proyecciones que pudieran producir las explosiones. A partir del último ventanillo, o sea en el trozo de 35 metros, no se podía hacer dicha observación directa, por no estar dicho trozo provisto de ventanillos, por lo cual se disponían en su interior, de distancia en distancia, trozos de algodón que se quemaban si a ellos llegaba la llama; en los casos en que ésta salía al exterior, se apreciaba su longitud mediante la observación relativa con piquetes situados en el terreno de cinco en cinco metros.

Para determinar la velocidad de la llama, en los ensayos de la serie que nos ocupa, se limitaron a determinar el tiempo de recorrido de los 65 metros de galería mediante un contador de segundos que se ponía en marcha en el momento de la inflamación y se paraba al asomar la llama por el extremo o al pasar por el último ventanillo que alcanzaba.

Para determinar las presiones producidas en el interior, se colocaban diversos aparatos análogos a los de *crusher* empleados en el estudio de los explosivos, en los cuales la presión producía el movimiento de un pistón que llevaba unido interiormente un disco de plomo, sobre el cual se introducía más o menos una bola de acero, solidaria con la parte fija del aparato; según la profundidad de la impresión, medida cuidadosamente y valiéndose, además, de tablas de tarado del aparato, se conocía la presión desarrollada. Estos aparatos se colocaban, sea en distintos sitios de la galería, para conocer la repartición de las presiones, sea en el mismo sitio varios, pero tarados para diferentes presiones, para determinar la ley de crecimiento o disminución de las mismas. (Ver fig. 6).

Por último, para determinar la composición de los productos gaseosos de la explosión, se pensó primero en aspirar, una vez la explosión ocurrida, porciones de la atmósfera de la galería mediante pequeños injertos de tubo insertados en las paredes; pero se observó que por este me-



dio se introducían muchas causas de error, porque, apenas ocurrida la explosión, el enfriamiento de los gases y la depresión consiguiente originaban una entrada de aire en la galería que falseaba todas las muestras que se tomasen. Para evitar esto se empleó otro procedimiento que permitía tomar las muestras en diversos sitios en el momento

mismo que la llama acababa de pasar por ellos, y antes de que, llegada al extremo, produjese la entrada de aire citada. El aparato empleado para ello es el que representamos en la figura 7; consistía, como se ve, en un matraz A, en el cual se había hecho el vacío y que se colocaba en el exterior de la galería; un tubo de vidrio, que salía de su tapón, penetraba en el interior a través de un tapón roscado en uno de los ventanillos, y doblándose en ángulo recto se prolongaba en dirección del extremo de la galería unos 25 centímetros; en su extremo, cerrado a la lámpara, se sujetaba un fulminante, cuya explosión se provocaba al paso de la explosión por la combustión de una mecha de pólvora negra de gran velocidad de combustión (1.100 metros por minuto); en el punto en que dicho tubo estaba doblado se había dado un pequeño trazo de lima; la explosión del fulminante producía la rotura del tubo por dicho trazo, poniendo así el interior del matraz en comunicación con el interior de la galería, de cuya atmósfera aspiraba así los productos gaseosos, producidos por el paso de la explosión, antes de que se hubiese producido ninguna entrada de aire, la que era evitada por la misma violencia de la onda explosiva dirigida hacia el extremo; como los gases en cuestión se enfriaban al pasar por el tubo de vidrio y llegaban fríos al interior del matraz, no había peligro de que su contracción ulterior produjese la entrada de nuevos gases que pudieran falsear la muestra.

Para realizar los ensayos sobre polvos de carbón, se siguió un método distinto del seguido en las dos primeras series de ensayos. En lugar de operar sobre nubes polvorientas, levantadas con antelación y de composición homogénea, se quiso operar en condiciones análogas a las que se reúnen en el caso de una explosión minera. En éstas, como es bien sabido, los polvos se hallan depositados sobre las paredes, techo, piso y maderas de entibación de los trabajos, y es la detonación del explosivo, o una explosión inicial

de grisú, la que los pone en suspensión. Por ello, los ensayos de esta serie se operaron sobre polvos depositados sobre el piso de la galería de experiencia, en la proporción deseada por metros cúbicos de galería; para realizar esta repartición, después de pesadas en cajas de hierro las diversas cargas correspondientes a los diversos trozos de galería, se esparcían en ella a mano *con un gesto análogo al de sembrador para esparcir la semilla en un terreno*; con un poco de práctica se logró llegar a establecer depósitos uniformes.

Descripción de los ensayos realizados (1).—Estos ensayos se han realizado sobre diversos tipos de polvos de carbón, con el fin de observar la influencia que ejercen sobre su inflamabilidad, su composición y los elementos extraños que se le añadan. Basados en ello se pueden considerar ocho grupos distintos de ensayos:

- 1.º Con polvos finos y puros de 30 por 100 de materias volátiles.
- 2.º Con polvos gruesos con 30 por 100 de materias volátiles.
- 3.º Con polvos finos y puros de 24 por 100 de materias volátiles.
- 4.º Con polvos finos y puros de 18 por 100 de materias volátiles.
- 5.º Con polvos finos y puros de 15 por 100 de materias volátiles.
- 6.º Con polvos finos y puros de 11 por 100 de materias volátiles.
- 7.º Con polvos finos de 30 por 100 de materias volátiles mezclados con polvos de pizarra.
- 8.º Con polvos finos y puros de 30 por 100 de materias volátiles humedecidos por riego.

(1) Troisième Serie d'essais sur l'inflammations de poussières. Taffanel y Ann. Min., XVIII, 8^{ème}.

Los ensayos realizados con *polvos finos y puros de 30 por 100 de materias volátiles* se realizaron con polvo producido por el carbón de Lievin, cuyos análisis eran:

Análisis inmediato.	}	Materias volátiles (con	
		humedad).....	28,00 - 25,07 - 29,50.
		Cenizas.....	8,57 - 12,16 - 5,97.
Análisis elemental.	}	Materias volátiles (de-	
		ducidas).....	30,60 - 29,30 - 31,40.
		Carbono.....	75,31
		Hidrógeno.....	4,03
		Cenizas.....	12,16
		Oxígeno y nitrógeno..	8,50

Para pulverizarlo se pasó este carbón por un molino de bolas y después por el pulverizador, donde se mantuvieron durante una hora, con lo cual la proporción, que no pasaba a través de los tamices núm. 120 y núm. 200, era de 1,50 por 100 y de 7 por 100 para el tamiz núm. 240. El grado de pulverización de este polvo era muy superior a la finura media del polvo recogido en las galerías de arrastre (sobre el suelo). Desde el punto de composición media, estos polvos se parecían mucho a los recogidos sobre los cuadros de entibación de las galerías.

Para realizar el ensayo los polvos se han esparcido de manera uniforme sobre los 65 metros de galería, determinando la explosión por la detonación sin atacado de 160 gramos de dinamita-goma, cargados en el mortero de tiro.

En primer lugar, diremos que estos ensayos han puesto de manifiesto la facilidad de producción de una explosión de polvos, sobre todo cuando se emplea la dinamita-goma; empleando explosivos de seguridad precisa, para producir la explosión de polvos, que éstos hayan sido puestos previamente en suspensión o que se acerque el eje del mortero al lecho de polvos para favorecer la puesta en suspensión de los mismos.

Se ha logrado, además, poner claramente en evidencia, mediante la observación visual de los ensayos, tanto de éstos como de los realizados con otros tipos de polvos, el mecanismo de la propagación de las explosiones de polvo. Se ha visto así que, casi inmediatamente después de la detonación de la dinamita, manifestada por la aparición en la primer mirilla de la galería de una llama, se ve salir una nube de polvo, tanto por las juntas de la compuerta que aísla la galería del ventilador como por la extremidad libre de la galería de ensayos; esta nube es la producida por la onda de detonación de la dinamita, la cual se propaga con una velocidad casi igual a la del sonido y produce la puesta en suspensión de los polvos depositados en el suelo de la galería, originando así una nube cuya densidad es tanto más grande cuanto más cerca esté el punto que se considere del mortero de tiro; a consecuencia de ello, si el disparo no produce la inflamación de los polvos, dicha nube irá bajando de densidad a medida que se considere en lugares más cercanos del orificio libre de la galería, observándose que en éste su aspecto será muy transparente. Ahora bien; si, por el contrario, el disparo produce la inflamación de los polvos, la inflamación de éstos, en la región más cercana al mortero, producirá una onda explosiva muy importante, que originará a su vez la puesta en suspensión, en la región inmediata de la galería, de una nube lo suficientemente densa para que se inflame a su vez, y de este modo la explosión se irá propagando en toda la longitud de la galería, ya que la llama, producida por la primera explosión, irá caminando llevando siempre por delante una nube densa de polvo, que la suministrará materiales suficientes para su propagación. Por esta razón, los observadores colocados cerca del orificio libre de la galería veían primero aparecer una nube oscura cuya densidad iba siendo cada vez mayor y que era seguida después por la llama, que se extendía rápidamente por toda la nube

obscura y cuyo volumen era tanto mayor cuanto más obscura, y por tanto más densa, era la nube inicial.

Basándose en la observación de que la densidad de la nube que sale al exterior, en el caso de una falla de inflamación, es muy reducida, han deducido los experimentadores que la acción inicial del barreno disparado es muy reducida, no produciendo la puesta en suspensión de los polvos mas que en un radio muy reducido y que, por tanto, para que se produzca la explosión de polvos es preciso que la velocidad de propagación de la llama en la nube de polvo sea elevada y que las ondas de explosión sean rápidas para poner en suspensión nuevas nubes que estén dispuestas a la inflamación a la llegada de la llama a ellas. Por ello expusieron su opinión de que debe haber una delimitación muy clara entre los diversos yacimientos de polvos, de los cuales unos constituirán un grupo apto a la propagación y otros uno no apto a la misma, pudiendo establecerse como condición principal la velocidad inicial de propagación de la llama. Por ello puede concebirse que hay una velocidad límite, por debajo de la cual la llama va disminuyendo progresivamente de velocidad, hasta morir, por insuficiencia de densidad en la nube de polvos, y que por encima de ese valor las explosiones se van produciendo con violencia progresiva a medida que aumenta la velocidad de propagación.

Con los polvos ensayados en el grupo de experiencias que nos ocupan, es decir, con los finos y puros de 30 por 100 de materias volátiles, se observó que la explosión se producía en casi todos los casos, salvo algunos contados en los que había *fallo de inflamación o de propagación*, como se ve en el siguiente cuadro, que extractamos de otro formado por los experimentadores:

Cuadro A.

Número del ensayo.	Peso de polvo por metro cúbico de galería. Gramos.	Longitud de llama en el orificio de la galería. Metros.	Tiempo empleado por la llama en recorrer los 65 metros de galería. Segundos.	Presión máxima a 28 metros del origen. Kilogramo por centímetro cuadrado.
43	112	>	> (1)	>
43		20	1,4	>
1	225	23	1,2	0,500
9		25	1,8	0,300
10		28	1,4	0,500
11		10	3,8	0,400
12		>	> (2)	0,400
27		30	1,0	0,450
52		>	> (3)	>
53		30	1,2	>
56	337	30	1,0	>
78		35	1,0	>
79		30	1,4	>
35	450	28	1,2	>
36		35	1,2	>
37		25	1,6	>
38		32	1,2	>
39		38	0,8	>
57		33	1,0	0,350
58		25	1,2	0,550
62		28	1,4	>
63		28	1,0	>
77		30	1,4	>
94		30	1,0	>
106		30	1,0	>
108		25	1,4	>
137		>	> (4)	>
138		30	1,2	>
139		32	1,4	>
142	32	1,0	>	
143	35	1,2	>	
144	32	1,0	>	
145	30	1,0	>	

- (1) Fallo de inflamación.
- (2) Fallo de propagación.
- (3) Fallo de inflamación.
- (4) Fallo de inflamación.

Número del ensayo.	Peso de polvo por metro cúbico de galería. Gramos.	Longitud de llama en el orificio de la galería. Metros.	Tiempo empleado por la llama en recorrer los 65 metros de galería. Segundos.	Presión máxima a 28 metros del origen. Kilogramo por centímetro cuadrado.
14h	450	32	1,0	»
147		31	0,8	
148		32	0,8	
149		32	0,8	
150		32	0,8	
151	31	1,0	»	
28	610	38	0,9	0,450
74		25	1,0	»
75		25	1,0	»
76		25	1,0	»
13	900	45	1,0	0,400
54		30	1,8	»
59		30	1,0	»
105		28	1,4	»
29	1,650	38	1,4	0,450

Como se ve en él, en todos los ensayos se han medido las longitudes de llama producida, las velocidades medias de las mismas y las presiones máximas producidas en cada ensayo.

Otro estudio, al que se ha procedido en este grupo, ha sido el de la composición de los gases producidos por la explosión mediante el aparato antes descrito. En diversos ensayos se han tomado muestras de dichos gases, los cuales fueron después analizados en el aparato de Orsat, dando los resultados expuestos en el siguiente cuadro:

Cuadro B

Número del ensayo	Peso de polvos por m ³ de galería Gramos	Análisis bruto sin corrección			Composición de los gases después de corregir el vacío residual			Relaciones en peso		
		CO ² Porcentaje en volumen	O Porcentaje en volumen	CO Porcentaje en volumen	CO ² Porcentaje en volumen	O Porcentaje en volumen	CO Porcentaje en volumen	Del carbono que ha formado CO al carbono total	Del hidrógeno quemado al carbono no quemado	
43	112	7,50	11,00	0,50	9,00	8,40	0,60	6,0	0,1043	
53	225	10,25	5,00	3,00	12,10	1,20	3,60	23,0	0,1196	
79	337	10,25	5,75	1,50	10,50	4,60	1,50	13,0	0,1391	
56		9,75	5,75	2,00	11,40	2,10	2,30	17,0	0,1463	
39	450	9,75	4,25	4,50	11,60	0,30	5,40	32,0	0,1210	
139		12,50	3,25	1,50	13,05	1,45	1,60	10,7	0,1242	
36		10,00	3,00	4,00	9,95	1,90	4,10	28,5	0,1610	
58		10,25	5,00	2,25	12,00	1,20	2,60	18,0	0,1410	
77		12,00	2,50	1,50	12,00	1,25	1,50	11,1	0,1677	
57		9,25	5,75	2,00	11,00	1,50	2,40	17,7	0,1715	
62		7,75	7,00	3,25	11,00	0,00	4,60	29,5	0,1565	
63		7,50	7,00	3,25	9,90	1,65	4,30	30,2	0,1700	
108		10,00	2,75	3,75	10,60	0,48	4,00	27,2	0,1772	
35		8,00	6,50	1,50	9,20	2,90	1,70	15,7	0,2394	
150		5,50	2,00	6,50	5,30	0,95	6,30	54,1	0,3275	
151		4,25	2,50	6,50	4,20	1,00	6,40	60,4	0,3972	
75		610	10,50	5,00	1,25	10,60	3,80	1,30	10,6	0,1623
74			10,25	2,75	4,50	10,50	1,50	4,60	30,5	0,1454
59		900	7,00	6,75	4,25	8,40	3,00	5,10	37,7	0,1682

Los experimentadores aclaran un punto que, ante todo, llama la atención y que consiste en la gran proporción que se observa en los análisis de CO_2 , lo que parecía extraño, dado el exceso de polvos a alta temperatura que, lógicamente, deberían dar lugar a la producción de CO en lugar de CO_2 ; exponen, respecto a esta aparente anomalía, que no hay que perder de vista que la toma de gas se realizaba inmediatamente después del paso de la llama por el aparato y que la combustión del carbono empieza por producir CO_2 y que después es cuando este último, por reacción con el exceso de carbono, da lugar a la formación del CO ; reacción esta última que, por no ser instantánea, se realiza algo después del paso de la llama y, por tanto, después de la toma de la muestra de gas. Este modo de ver fué confirmado por una modificación en la toma de muestras, situando el fulminato a 5 ó 10 metros del aparato y reuniéndolo al tubo de éste mediante una cuerda detonante, con lo cual la rotura del mismo se verificaba cuando la llama estaba ya 5 ó 10 metros más avanzada que el aparato de toma de muestra; los análisis de la muestra, tomada en dichas condiciones, demostraron la verdad de la suposición, ya que mostraban el predominio en ella del CO , como era de esperar.

De todas suertes, todos los análisis muestran el extremo peligro de los gases de la explosión, que ya, además de no existir sino una proporción reducidísima de O_2 , la proporción de CO es considerable, convirtiendo dichos gases y su mezcla con el aire en un terrible agente mortífero. Esto explica los resultados terribles que han tenido sobre el personal de las minas que ha sufrido una explosión de polvos los gases posteriores a la misma, como se ha mostrado, entre otros casos, en el ya citado de Courrières.

Análogas a las descritas han sido las experiencias realizadas con los otros tipos de polvos, así como con polvos mezclados de polvos inertes y con los polvos humedificados

mediante el riego. Todos los resultados fueron estudiados y discutidos con toda atención, y a consecuencia de ello, Mr. Taffanel estableció las siguientes conclusiones, que transcribimos íntegras (1): «Los ensayos en la galería de 65 metros han definido, para un cierto número de casos típicos, las condiciones favorables o desfavorables para la producción de una explosión de polvos. Estas condiciones son aplicables a la fase inicial y no a los desarrollos de la explosión; consideramos, por ejemplo, nuestra mezcla a 50 por 100 de pizarras; la dinamita-goma disparada en la proporción de 160 a 320 gramos sin atacado, aun con explosión de ocho metros cúbicos de mezcla grisosa, no puede engendrar en ella una explosión generalizada de polvos; sin embargo, la llama se transmite en la mezcla puesta en suspensión con anticipación al tiro; por tanto, si en alguna región de la mina, a favor de un yacimiento favorable, se desarrolla una explosión bastante violenta para poner en suspensión los polvos de la zona de polvos, aun con 50 por 100 de pizarras, la llama continúa propagándose. De una manera general, es más difícil oponerse a la propagación de una explosión de polvos que ha adquirido ya una cierta amplitud que impedir que dicha explosión se origine.»

«En consecuencia, si no se está seguro de que en todos los puntos de la mina las condiciones son desfavorables a la producción de una explosión de polvos (y nunca se puede tener esta seguridad), es preciso preocuparse de investigar por cuáles medios o por qué nuevas condiciones de yacimiento se puede detener una explosión que haya adquirido ya un cierto desarrollo. Estos estudios son de un carácter diferente de los que preceden; necesitan una galería más larga y han dado lugar a una nueva serie de ensayos en 1909 en una galería de 230 metros de longitud.»

«Aun limitadas a la fase inicial del fenómeno, las expe-

(1) Ann. Min., XVIII. 8^{ème}, 1910.

riencias de la galería de 65 metros no han resuelto completamente los múltiples problemas que se presentan; no se ha ensayado sino un pequeño número de tipos de carbones sin recorrer las etapas intermedias; no se han hecho todas las combinaciones posibles de variables, ni ensayado, por ejemplo, polvos de 18 ó 24 por 100 de volátiles mezclados con polvos de pizarras; ni aun se ha experimentado con una atmósfera ligeramente grisúosa.»

«Precisa considerar las experiencias como dando una primera aproximación del siguiente problema: ¿Cuáles son las minas donde es de temer que se origine una explosión de polvos?, y permiten contestar que este riesgo es muy débil en los cinco casos siguientes:

»1.º Si no hay más que un peso de polvos libres inferior a 112 gramos por metro cúbico de aire.

»2.º Si el carbón depositado se halla en estado de granos, cuya dimensión sea de uno a dos milímetros, con una proporción muy débil de polvos que pasen a través del tamiz número 200.

»3.º Si el carbón no contiene más de 18 por 100 de materias volátiles.

»4.º Si los elementos incombustibles constituyen, por lo menos, los cuatro décimos de la mezcla de polvos.

»5.º Si hay en contacto con los polvos un peso de agua, por lo menos, igual al peso de las mismas.»

«No se puede decir que el riesgo sea rigurosamente nulo, porque un grado de finura mayor del polvo, o una violencia mayor de la explosión inicial, o la presencia de algo de grisú en la atmósfera de la mina, o quizá otras dimensiones o disposiciones de la galería, son capaces eventualmente de desplazar estos límites; pero, por una parte, el mayor grado de finura de los polvos con los que se ha trabajado en nuestros ensayos, parece estar próxima del máximo observado en las minas, y por otra parte, los explosivos, en su empleo normal, realizan condiciones iniciales mucho

menos favorables a las explosiones de polvos que la dinamita hecha explotar en el mortero sin atacado; solamente una gran explosión de grisú sería capaz de modificar profundamente las condiciones iniciales antes expuestas, probablemente hasta el punto de substituir a las condiciones límites establecidas las que conciernen a la detención de una explosión generalizada, que son muy diferentes.»

«Si dejamos aparte este caso particular, del que conviene evidentemente tener cuenta en medida apropiada al riesgo de explosión de grisú inherente a cada explotación, las condiciones límites antes expuestas pueden admitirse como una primera aproximación. Si no garantizan la desaparición absoluta del riesgo, por el contrario muchos yacimientos de polvos que no las satisfacen por completo no son, sin embargo, susceptibles de dar origen a una explosión de polvos; por ejemplo, es probable que con polvos carbonosos de 24 por 100 de volátiles no habrá necesidad de elevar la proporción de materias estériles hasta los 4,10 para que el yacimiento sea impropio para generalizar una explosión inicial. Obrando sobre dos o tres variables a la vez se obtiene el resultado buscado por menor número de variaciones individuales que obrando sobre una sola... Por eso el dominio de los yacimientos de polvos peligrosos es menos extenso que lo que aparece en realidad de los límites aproximados por medio de los cuales lo hemos circunscrito.»

«Estas consideraciones generales hacen pensar que las galerías susceptibles de constituir el punto de partida de una explosión son, a lo menos en Francia, una excepción; la causa inicial de la inflamación, que es en sí un suceso completamente excepcional, tiene, pues, todas las probabilidades de ocurrir frente a un yacimiento desfavorable a la producción de una explosión generalizada; por lo tanto, no pueden dar lugar sino a un alargamiento de la llama del explosivo o del grisú, o a una llamarada de polvos locali-

zada. Por ello, las grandes explosiones de polvos no son sino extremadamente raras. Pero como las condiciones requeridas para el desarrollo de la explosión son más amplias que las que se refieren a la fase inicial, es posible que se encuentren en nuestras minas muchos yacimientos polvorientos capaces de propagar una explosión de polvos bien iniciada o de extender a gran distancia los destrozos de una explosión fuerte de grisú. Y esto es lo que parece deducirse igualmente de la estadística de las explosiones conocidas, en las que se ve, casi sin intermediarios, por una parte, inflamaciones, lo cual es poco importante, y, por otra, catástrofes que se extienden a todo un cuartel de la mina o a la mina entera. La explosión de polvos generalizada se origina pocas veces; pero una vez originada no reconoce límites.»

«Se verá en un informe próximo por qué medios se puede intentar limitar la extensión de este azote; pero ya los ensayos realizados en la galería de 65 metros dan el medio de disminuir el riesgo de que se origine. No se puede intervenir evidentemente ni sobre el grado de finura ni sobre la proporción en materias volátiles de los polvos. Se puede tratar de alcanzar el límite inferior de inflamabilidad recogiendo los polvos; pero el procedimiento es poco práctico y con mucha frecuencia ineficaz. Se obtendrán buenos resultados regando el suelo y las paredes de las galerías. En los casos en que sea difícil realizar la humedad persistente o que presente inconvenientes serios, parecerá más práctico y seguro recurrir a la esquistificación: el agua se evapora, pero los polvos estériles permanecen donde se los ha colocado; nuestros ensayos han demostrado que la proporción necesaria de esquistificación no era muy elevada y podía alcanzarse en muchos casos sin dificultad. En fin, se observará que es tanto más fácil hacer eficaces el riego y la pulverización cuanto que los polvos carbonosos sean menos abundantes. Se harán esfuerzos, por tanto, para dis-

minuir la cantidad de ellos, obrando sobre las diversas causas de formación, principalmente alejando los talleres de cribado y escogido de las bocas de los pozos de entrada de aire, regando los vagones de carbón, especialmente en el momento de introducirlos en las jaulas, procediendo a recogidas periódicas en las regiones muy polvorientas, sobre todo en las grandes galerías de transporte.»

«En la lucha contra el grisú los Ingenieros de Minas se esfuerzan para conocer lo mejor posible, mediante medidas grisumétricas, múltiples y repetidas, la situación de su mina desde el punto de vista del desprendimiento de grisú y de los riesgos de explosión. Debe suceder lo mismo en la lucha contra los polvos de carbón, y nunca se recomendará bastante el efectuar tomas en las galerías y talleres, midiendo la cantidad total de polvos y la proporción de los mismos que pasa a través del tamiz núm. 200, referidas una y otra al metro cúbico de aire, y dándose cuenta de la proporción de polvos estériles finos o gruesos que están mezclados con las partículas carbonosas. Comparando los resultados de estas medidas con las condiciones límites que hemos hallado, los Ingenieros conocerán los puntos débiles de sus explotaciones y sabrán dónde deben concentrar principalmente sus esfuerzos, sea bajo la forma de riego, sea bajo la de esquistificación.»

Como se ve, estas conclusiones dejaban entrever, en la época, ya lejana para nosotros, en que fueron redactadas, la esperanza que se podía tener en que el fenómeno de las explosiones de polvos, además de ser completamente conocido, permitiera adoptar disposiciones para alejar casi por completo el peligro que entrañaban para las minas de hulla. En capítulos sucesivos vamos a ver cómo se ha llegado a resultados verdaderamente notables y esperanzadores.

CAPITULO VII

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN FRANCIA

(Continuación.)

CUARTA SERIE

Desarrollo y detención de las explosiones.

Mientras que en las series anteriores de ensayos se trataba únicamente de estudiar la inflamabilidad de las nubes de polvo y de determinar la aptitud de los diversos yacimientos de polvos para dar origen a una explosión, la serie que nos ocupa, que constituye el tercer ciclo de estos estudios, tenía por objeto el estudio del desarrollo de una explosión y la investigación de los métodos capaces de detenerla, no en su origen, sino después de haber tomado una cierta extensión.

Como dice muy bien Mr. Taffanel (1) en la introducción del informe de esta serie, no basta haber tomado todas las medidas, tales como empleo de una buena ventilación, para evitar la acumulación de grisú en cualquier lugar en el que pueda dar origen a una pequeña explosión que sirva de cebo a la explosión de polvos; empleo de alumbrado de seguridad y precauciones en las transmisiones eléctricas, para evitar lo mismo; empleo de explosivos de seguridad, con un buen atacado; evitación de la inflamación, por lámparas de fuego libre o por arcos eléctricos, de nubes eventuales de polvos de suficiente densidad, producidas por algún medio mecánico; riego y esquistificación de las regiones cercanas a los frentes de trabajo y limpieza de los mismos,

(1) Quatrième série d'essais sur les inflammations de poussières. Publicado por el Comité Central des Houillères de France.

para evitar la producción de dichas nubes, etc., para evitar la producción de una inflamación local de polvos, puesto que en cualquier momento, por descuido o por error (una lámpara de seguridad averiada, un barrenado mal cargado o en el que se emplea explosivo no de seguridad, etc.), puede originarse dicha inflamación local y, si no se han tomado otras medidas de carácter más general, se estará en peligro de una explosión generalizada.

Desde luego, y como es bien sabido ya, una explosión local de polvos es de un riesgo considerable, pues sólo con tener una pequeña extensión puede dar lugar a numerosos destrozos y, lo que es más importante, a numerosas muertes, no sólo por efectos dinámicos o caloríficos, sino también por producir la invasión de un cuartel de la mina con los gases mefíticos originados por ella; pero si esta explosión se generaliza, los efectos serán, como han demostrado los hechos en numerosos casos, incalculablemente mayores, siendo imposible imaginar en cualquier caso cuáles serán los límites de tales efectos. Por ello, si muy importante es la adopción de medidas que eviten la producción de una explosión local, más importante será la busca de los medios que permitan detenerla una vez originada para estar así a cubierto de cualquier descuido o error que la inicie. Este estudio es mucho más importante y complicado que el referente a la inflamabilidad de los polvos, y al llevarlo a cabo en la estación de Lievin surgió en la mente de los experimentadores la duda de si los resultados obtenidos en la gran galería, aun después de prolongada considerablemente, serían aplicables a los trabajos subterráneos de una gran mina, en la que existe una complicación de galerías y demás comunicaciones que nunca será posible reproducir en la estación de ensayos. Por ello, decidieron que, después de realizar los ensayos conducentes a determinar los medios de detención de una explosión de polvos, era necesario, para extender las conclusiones de ellos deduci-

das a todos los casos que se pudieran presentar en la práctica, el establecimiento de la teoría de las explosiones, definiendo las leyes que regulan el fenómeno de la inflamación. Por esta razón el informe referente a la cuarta serie de ensayos, además de describir éstos haciendo su crítica, estableció la teoría de las explosiones y, aplicándola a diversos casos tipos, dedujo de ello consecuencias interesantes.

Para realizar estos ensayos lo primero preciso fué la ampliación de la galería descrita en el capítulo anterior, ya que la longitud de 65 metros que ésta tenía no permitía estudiar casos de propagación de explosiones y, por tanto, antes de describir los ensayos, diremos unas palabras acerca de:

Ampliación de la galería de ensayos y aparatos de medida empleados.—La longitud de la galería de ensayos se prolongó hasta los 230 metros, estando constituida por el trozo inicial de 30 metros de cemento armado, tal como la describimos en el capítulo anterior, y 200 metros de tubo de acero dulce de 2,10 metros de diámetro interior constituido por trozos de 6,66 metros de longitud de chapa de 10 milímetros de espesor. Con el fin de evitar la transmisión de vibraciones perjudiciales, los diversos trozos no estaban unidos entre sí, sino empalmados por una cubre-junta cilíndrica de chapa del mismo espesor, que, mediante una junta de cable viejo de áloe, aseguraba la estanqueidad de la galería. Para que las paredes de la galería metálica tuviesen una conductibilidad análoga a la de las galerías de mina, los tubos estaban forrados interiormente por tablones de 65 milímetros de espesor, con juntas cruzadas y sujetos a la misma mediante tornillos pasantes a través de las chapas; en la parte inferior de la galería se ha substituído este forro por un piso de hormigón de un metro de ancho. Mediante estas disposiciones, la sección de la galería

era de 2,80 metros cuadrados, o sea la misma que la sección del trozo de cemento armado.

El extremo inicial de la galería estaba cerrado, como se describió en la tercera serie de ensayos, por una sucesión de maderos de 30 centímetros de escuadría, apoyados sobre dos macizos de mampostería. Análogamente a las mirillas existentes en el trozo de cemento armado, la galería metálica las llevaba también de 20 en 20 metros de las mismas dimensiones que aquéllos. (Fig. 8).

La galería experimentó durante los ensayos algunas modificaciones, motivadas por diversos accidentes ocurri-

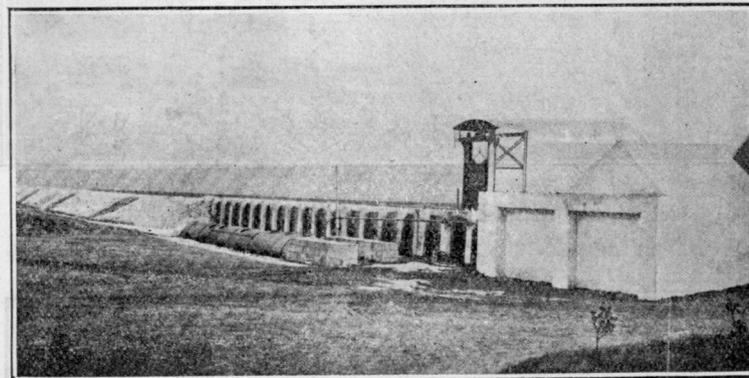


Fig. 8.—Vista de la galería de Lievin.

dos. Así, los ensayos 215 a 218 fueron tan violentos que produjeron la demolición completa de los macizos de apoyo del fondo, llegando a proyectar el último algunos trozos del mismo a más de 100 metros de distancia (ver fig. 9); a consecuencia de ello se instaló un fondo provisional de madera, apoyado sobre unos estribos de cemento armado, durante los ensayos 219 a 223, y desde éste al 274 se completó el cierre por un tapón de arcilla apisonado, de cuatro metros de longitud; a partir de este ensayo se instaló un nuevo apoyo de cemento armado de gran resistencia, sobre el cual fué aplicado el fondo móvil, como anteriormente.

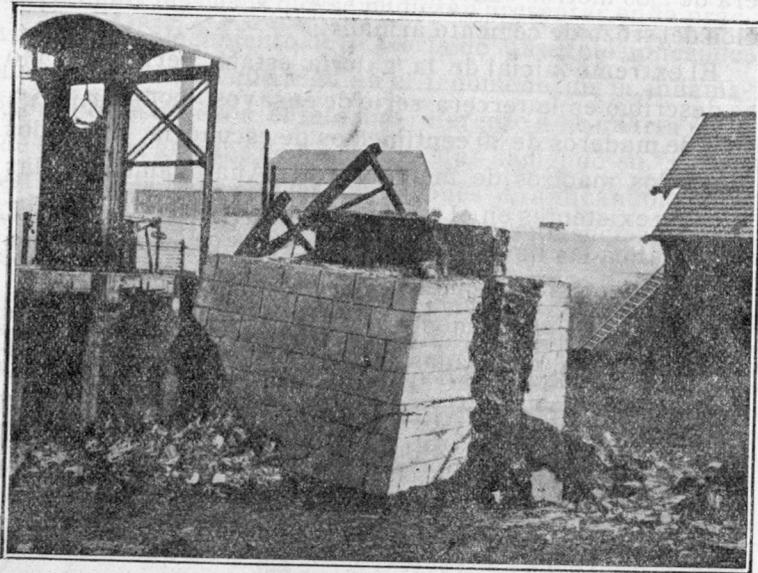


Fig. 9. — Destrucción del fondo de la galería por el ensayo 218.



Fig. 10. — Destrucción de los últimos trozos de galería por el ensayo 287.

Igualmente, el ensayo 287 (ver fig. 10) produjo la rotura violenta, con proyecciones, de los dos últimos trozos de la galería metálica, quedando esos últimos 12 metros con numerosas grietas y agujeros hasta el ensayo 351, a partir del cual se retiraron los dos trozos en cuestión, quedando la longitud de la galería reducida a 217 metros, hasta el fin de la serie, o sea hasta el ensayo 495.

Los polvos empleados se producían en la estación, mediante la pulverización de diversos carbonés, de manera análoga a la descrita en la tercera serie, y asimismo los polvos estériles. La repartición de unos y otros en la galería se realizaba como en aquella serie y la inflamación se produjo siempre por la explosión, sin atacado, en el mortero de la galería de 240 gramos de dinamita-goma, o sean tres cartuchos, para estar a cubierto de los fallos de inflamación observados en la tercera serie por la explosión de dos cartuchos.

Lo más interesante de la galería en esta serie han sido los medios empleados para la medida y el registro de los efectos producidos. Merecen por ello que nos detengamos especialmente en su descripción.

Para el registro de algunas de las características de las explosiones, tales como la velocidad de propagación de la llama y el momento de paso de una presión determinada, se empleaba un cronógrafo (fig. 11), constituido por un cilindro que giraba con velocidad uniforme y que está cubierto por una hoja de papel ahumado, en la cual trazan sus desviaciones unos indicadores Deprez, cada uno de los cuales estaba unido a un aparato de medida de los que describiremos más adelante, y otro a un diapasón eléctrico que daba 100 vibraciones dobles por segundo y que inscribía así una señal cada centésima de segundo. Según la velocidad con que se hacía girar el cilindro, las longitudes correspondientes a una centésima de segundo eran mayores o menores, permitiendo así una exactitud mayor o menor

en las lecturas de las indicaciones dadas por los diversos aparatos; en la mayoría de los ensayos se buscaba una aproximación del milésimo de segundo, y sólo en ensayos en los que se deseaba una precisión mayor se empleaba una velocidad que daba una aproximación de 1/5.000 de segundo.

Para la *medida de la velocidad de propagación de la llama* se disponían en diversos lugares de la galería circuitos unidos a indicadores Deprez aislado del cronógrafo. Estos circuitos estaban formados por un hilo de cobre ten-

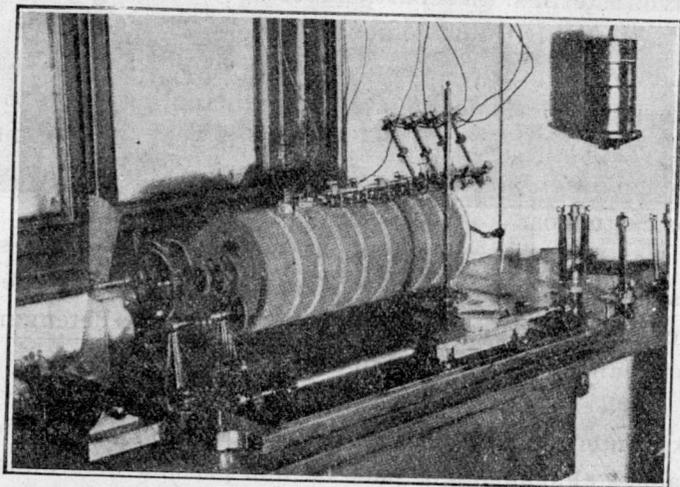
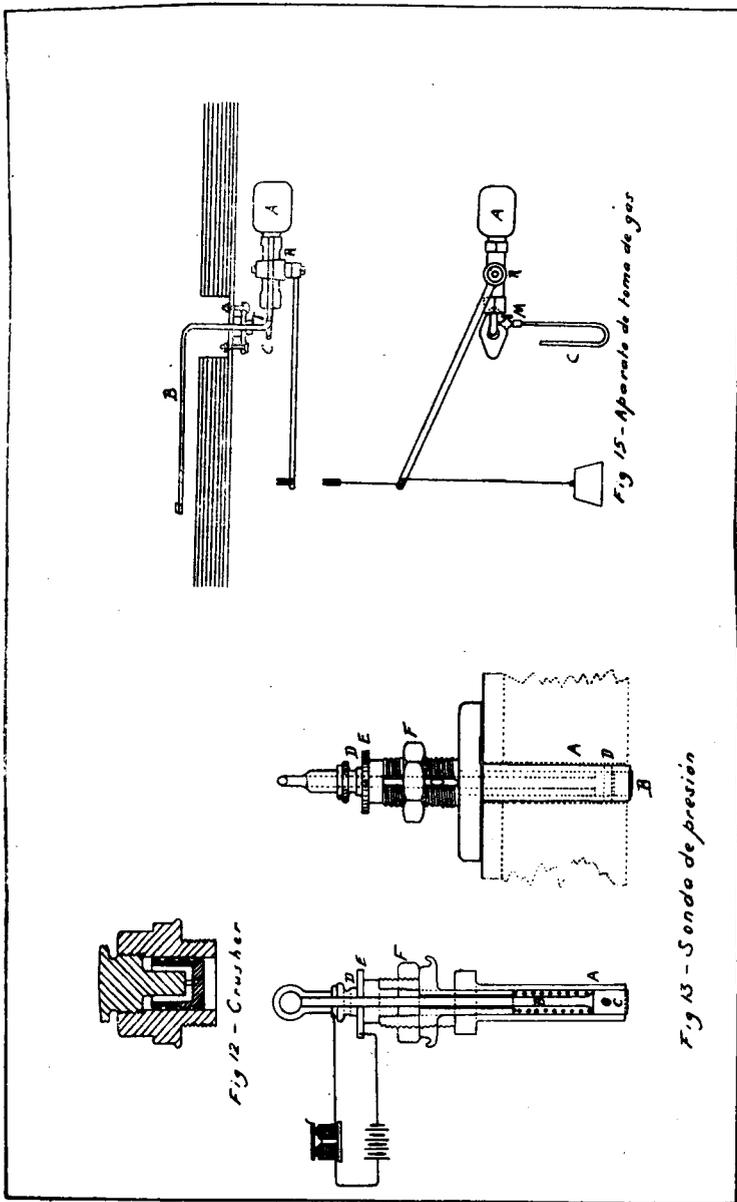


Fig. 11.—Cronógrafo.

dido transversalmente a la galería y sostenido por un hilo de hierro, con el fin de evitar que la onda de gases que precede a la llama pudiera producir su rotura; en dicho hilo de cobre estaba sujeto un pequeño detonador de fulminato, de un tipo especialmente establecido para el caso, que estallaba al paso de la llama y producía así la rotura del circuito de cobre, interrumpiendo la corriente en el indicador y produciendo la desviación de su plumilla, que trazaba su indicación en el papel ennegrecido del cronógrafo.

Para la *medida de las presiones máximas* se empleaban, como en la tercera serie, *crushers*, pero de un modelo distinto del empleado en aquélla. En ésta (fig. 12) la presión interior de la galería producía el aplastamiento, más o menos considerable, de un pequeño cilindro de cobre de 2,6 milímetros de altura y 1,6 milímetros de diámetro, cuya reducción de altura se medía a la centésima de milímetro y daba por comparación con una tabla patrón establecida por el Laboratorio de *Poudres et Salpêtres*, de París, la presión soportada por el aparato. En ocasiones se completaba la indicación dada por el *crusher* mediante la medida de las presiones mínimas, con el fin de conocer la magnitud de la depresión que se produce en la galería después del paso de la explosión; para ello empleaban sondas Thomson análogas a las empleadas para determinar las profundidades oceánicas.

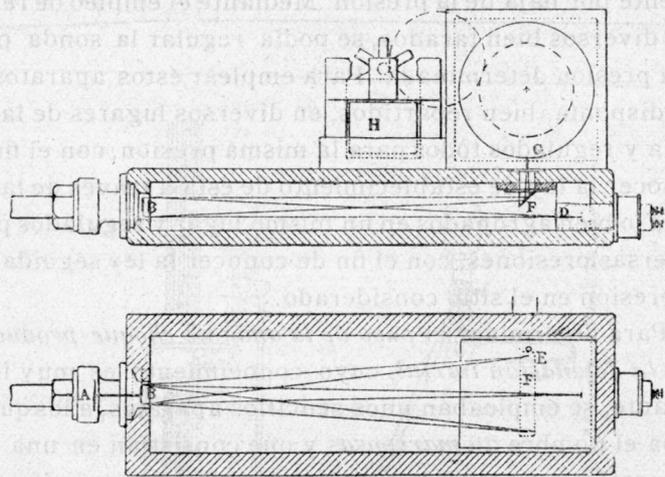
Para determinar el *momento de paso de una presión determinada* se empleaban las llamadas *sondas de presión* (fig. 13). Dichos aparatos estaban montados sobre la pared de la galería, de modo que la base del cilindro A aflorase en el paramento interno; el pistón B recibía la acción de la presión y experimentaba bajo ella un ligero desplazamiento, limitado a un milímetro de carrera por el pasador C y por el apoyo de la tuerca D sobre la arandela de bronce E; mediante el aprieto de dicha tuerca se puede regular dicha carrera. Cuando la presión no obra, la tuerca en cuestión se halla en contacto con E, mediante la acción de un resorte alojado en el interior del cilindro y que tiende a empujar a B hacia el interior de la galería; pero si la presión en el interior de ésta se hace igual o mayor que la fuerza elástica de dicho resorte, se produce el desplazamiento del pistón que rompe el contacto entre D y E y, como estas piezas forman parte del circuito de un indicador Deprez del cronógrafo, se registrará en éste el momento de la interrupción, así como aquel otro en el que se restablecía la co-



riente por baja de la presión. Mediante el empleo de resortes diversos bien tarados, se podía regular la sonda para una presión determinada. Para emplear estos aparatos se los disponía, bien repartidos, en diversos lugares de la galería y regulados todos para la misma presión, con el fin de conocer la ley de establecimiento de ésta a través de la galería, o bien agrupados en un mismo lugar y regulados para diversas presiones, con el fin de conocer la ley seguida por la presión en el sitio considerado.

Para determinar el *paso de la onda de choque producida por la detonación inicial*, cuyo conocimiento es muy interesante, se empleaban unos sencillos aparatos, a los que se daba el nombre de *mariposas* y que consistían en una placa metálica suspendida a uno de los hilos de un indicador, colocada a través de la galería y que tocaba, cuando estaba en reposo, al otro hilo del mismo circuito, que quedaba así cerrado; cuando llegaba a ella la onda inicial, dicha plaquita se desplazaba ligeramente, girando alrededor del hilo superior, perdiendo el contacto con el inferior y abriendo el circuito, con lo que se daba la señal correspondiente en el cronógrafo.

Para registrar la *variación de presión y el paso de la llama en un punto cualquiera de la galería* se empleaban unos aparatos llamados *Registadores Carpentier* (fig. 14), en los cuales la acción de la presión producía la flexión de la membrana metálica A, sobre la cual se hallaba apoyado, mediante un resorte, un espejito B articulado alrededor de un eje vertical y que, al moverse por las inflexiones de la membrana, producía el movimiento de un rayo luminoso, procedente de una lámpara D, que servía de amplificador del movimiento y que, mediante el prisma F, trazaba una impresión sobre el papel fotográfico que recubría el cilindro G, que giraba a velocidad uniforme mediante la acción del motor sincrónico H. Al mismo tiempo, delante de la misma generatriz del cilindro se hallaba una lente E que, por



el intermedio de un sistema de prismas y espejo, producía otra impresión, correspondiente a la luz que la explosión producía al pasar frente a la mirilla de la galería escogida para hacer la medida. Por este medio, además de obtenerse

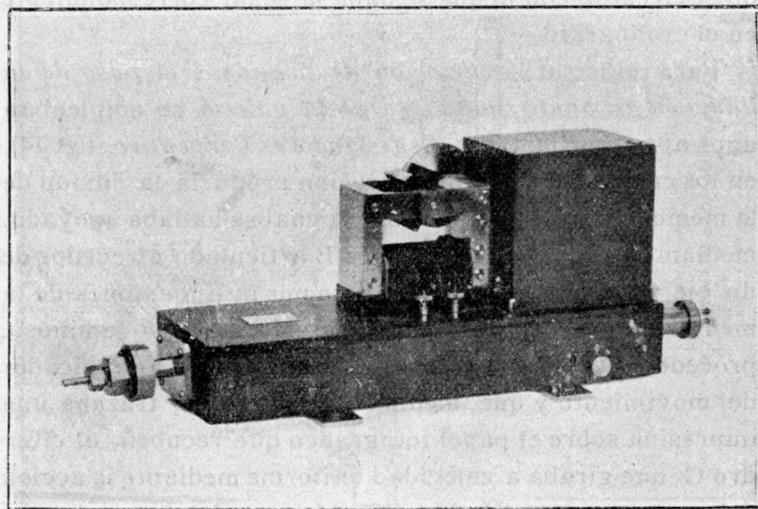


Fig. 14.—Registrador Carpentier en dibujo y fotografía.

la curva de variación de presión, se obtenía en la misma hoja la duración del paso de la llama y el momento de su aparición.

Por último, para *tomar muestras de los gases* de la explosión se empleaban: sea el aparato descrito en la tercera serie, sea una aparato más robusto que representamos en la figura 15 y que reposando sobre el mismo principio se diferenciaba de aquél en que la botella de toma era de hierro y en que, una vez tomada la muestra, una llave R, maniobrada por la caída de un peso suspendido de una cuerda y que caía al ser ésta quemada por la llama, cerraba la entrada a la misma, evitando así cualquier cambio ulterior entre la muestra y la atmósfera que existiese en la galería después de la explosión.

Como se ve por lo dicho, los ensayos de esta serie se realizaron con un verdadero lujo de detalles, atendiendo a todas las variaciones que se pudiesen presentar y a su registro exacto.

(Continuará.)

EXPLOSIVOS

INFORME RELATIVO AL TRANSPORTE DE LAS «NITRAMITAS»

Ilmo. Sr.:

En cumplimiento de la comunicación de V. I. del 26 de noviembre último, en la que, con motivo de una reclamación presentada a los Ferrocarriles Vascongados por la Unión Española de Explosivos respecto a la forma de tasar las expediciones declaradas «nitramitas», se ordena a esta Comisión que manifieste si todas las «nitramitas» han de ser tasadas como mercancía ordinaria o si, por el contrario, a excepción de las numeradas 1 y 3, deben ser consideradas como materia peligrosa, debe exponer lo que sigue:

Sirve de punto de partida a este informe la Real orden de 12 de abril de 1892, por la cual se dispone que «... los productos llamados nitramita núm. 1 y nitramita núm. 3 no ofrecen peligro de explosión espontánea al aire libre en su manejo ni en su transporte, y, por consiguiente, no deben aplicarse a su conducción por ferrocarril las tarifas referentes a materias explosivas o peligrosas, sino los precios consignados para los «nitratos» en las tarifas generales y especiales de las líneas, puesto que los productos expresados tienen por base ya el nitrato de sosa o ya el de amoníaco.»

La composición de las nitramitas primitas números 1 y

3, según nota remitida por la Unión Española de Explosivos, era:

NITRAMITA NÚMERO 1		NITRAMITA NÚMERO 3	
Nitrato amónico.	87,40 por 100.	Nitrato amónico..	15 por 100.
Dinitronaftalina.	12,60 por 100.	» de sosa.....	58 por 100.
		Dinitronaftalina...	27 por 100.

Ahora bien: según la misma nota, «como todas estas nitramitas (se refiere a las números 1 y 3 y a aquellas en que las nitronaftalinas están substituídas por los nitrotoluenos) adolecían de un defecto común, que és su inercia, necesitaban cebos potentes para su iniciación y aun así los fallos eran frecuentes. Se ensayó por todos los medios atenuar este defecto; embalaje especial (1), que dió mal resultado, y adición de otros elementos, llegando a la conclusión de que, substituyendo una parte del nitrato amónico por el perclorato alcalino que cede más fácilmente su oxígeno o por los hidrocarburos del grado de nitración más elevado ya citado, se mejoraba sensiblemente la aptitud de la detonación, al mismo tiempo que se conseguía, etc.»

Sigue diciendo la misma nota: «También se observó que, incorporando substancias que se combinen fácilmente con el oxígeno en la detonación, se conseguía no solamente mejorar esta aptitud, sino a la vez aumentar su fuerza rompedora en virtud del aumento de calor desarrollado en la explosión...»

Como se ve, las nuevas nitramitas A, B, C y D, a que se refiere dicha nota y cuya composición se transcribe a con-

(1) Se refiere, sin duda, la Unión Española de Explosivos al empleo de un cartucho-cebo formado por una envolvente de nitramita comprimida, con un relleno interior del mismo explosivo en estado pulverulento, y dentro del cual se coloca el detonador al ir a emplearlo.

tinuación, son más fáciles de hacer detonar que las primitivas nitramitas:

	Nitramita A. Por 100.	Nitramita B. Por 100.	Nitramita C. Por 100.	Nitramita D. Por 100.
Nitrato amónico.....	81,50	80,30	72,00	70,00
Trinitrotolueno.....	14,00	14,50	6,00	15,00
Dinitronaftalina.....	1,50	»	8,00	»
Perclorato potásico....	»	»	10,00	10,00
Aluminio en polvo.....	1,00	4,00	»	»
Bióxido de manganeso.	»	»	2,00	»
Celulosa.....	»	»	2,00	2,00
Harina.....	»	»	»	3,00
Carbonato de cal.....	»	0,20	»	»
Serrín.....	1,70	1,00	»	»
Negro de humo.....	0,30	»	»	»
	100,00	100,00	100,00	100,00

En consecuencia, habrá que fijar el grado de aptitud a la detonación para poder comparar el mayor o menor peligro de su transporte y manejo. Ahora bien, la aptitud de la detonación depende de muchas cosas y principalmente del choque, fricción y temperatura como determinantes de la misma, y como en los detonadores empleados como cebo para provocar la explosión de un cartucho concurren a un tiempo estas tres circunstancias, creemos que si fijamos bien el detonador mínimo necesario para provocar la explosión de un explosivo determinado, habremos conseguido determinar su grado de peligro.

Para hacerme comprender mejor debo recordar aquí que los detonadores que sirven para provocar la explosión de los cartuchos de explosivos para barrenos de mina se clasifican por la numeración de 1 a 10, según el peso de la carga de los mismos, como sigue:

NÚMERO	Peso en gramos de la carga.	NÚMERO	Peso en gramos de la carga.
1	0,300	6	1,00
2	0,400	7	1,50
3	0,540	8	2,00
4	0,650	9	2,50
5	0,800	10	3,00

El explosivo rápido empleado en los detonadores fué en un principio el fulminato de mercurio, solo o mezclado con clorato potásico (del 10 al 20 por 100 de la mezcla). Después ha sido reemplazado total o parcialmente dicho fulminato por otros explosivos rápidos, pero calculando el peso de éstos de manera que la potencia del detonador sea la misma e indicando su equivalencia para igual peso con otro número.

La potencia de los referidos detonadores es proporcional a su peso, pero no a su número, que sólo da una idea aproximada del mismo.

Los detonadores triples (núm. 3) son los empleados corrientemente para hacer explotar la dinamita, y del número 6 para arriba los explosivos a base de nitrato amónico. Los números 1 y 2 son muy poco empleados y los 9 y 10 no tenemos conocimiento de que se empleen en España.

Si admitimos que la sensibilidad de un explosivo se halla caracterizado por la clase de detonador empleado para cebar el mismo, deduciremos que éste puede servirnos de base para estimar el mayor o menor peligro en su transporte.

Desde luego debemos decir que no es fácil fijar el detonador mínimo necesario para conseguir una explosión, pues depende del grado de compresión del explosivo a que se refiere, siendo más sensible cuando éste se encuen-

tra desmenuzado; en cambio, la explosión producida entonces se propaga más difícilmente en las condiciones ordinarias de transporte, si por un choque, una fricción o una llama se produce la detonación de una parte de explosivo que se halla separada del resto de la carga, y por eso habremos de considerar valores mínimos prácticos, o sean mínimos medios en las condiciones de trabajo corriente.

Partiendo de estas consideraciones y admitiendo que las nitramitas números 1 y 3 necesitan, para detonar prácticamente, en las condiciones usuales de su empleo, una cápsula de dos gramos de fulminato (núm. 8), y que, como hemos dicho antes, las dinamitas exigen para detonar el empleo de una cápsula de 0,340 gramos de fulminato (número 3), podremos deducir la siguiente fórmula que enlaza el precio del transporte de las nitramitas 1 y 3, que se hace por la tarifa de los nitratos, y las dinamitas que pagan por una tarifa especial, variables ambas para cada Compañía ferroviaria según las condiciones de la concesión.

De modo que si designamos por T_m la tarifa de transporte para mercancías de primera clase (nitratos), por T_d la tarifa de transportes para las dinamitas y por T_e la tarifa de transporte que derivada de las otras dos debiera establecerse en virtud de las consideraciones antes expuestas respecto al peligro de transporte de los explosivos según el peso c del detonador mínimo medio necesario para hacerlo explotar, podríamos expresarla en la siguiente fórmula:

$$T_e = T_m + a(2 - c),$$

en la cual vemos que en el caso en que C sea igual a 2 (gramos), el precio del transporte del explosivo se reduce a T_m ; es decir, al de las mercancías de primera clase. Para deducir el valor de a en una Compañía determinada habremos de partir del caso de transportar dinamita, en el que $T_e = T_d$,

introduciendo al efecto los valores conocidos de Tm y Td en dicha fórmula.

En el caso que nos ocupa, de los Ferrocarriles Vascongados, las tarifas establecidas por tonelada y kilómetro son, según los datos suministrados por el Negociado de Explotación de Ferrocarriles, los que siguen:

LÍNEAS	Tarifa de mercancías de 1.ª clase. — Pesetas.	Tarifa para materias explosivas (50 por 100 de recargo). — Pesetas.
Bilbao a Durango.....	0,33	0,495
Elgóibar a San Sebastián.....	0,32	0,480
Durango a Málzaga y Málzaga a Zumárraga.....	0,1625	0,24375

En la tarifa para materias explosivas va incluida la dinamita.

Aplicando a la línea de Bilbao a Durango la fórmula antedicha para el caso de dinamita, tendríamos:

$0,495 = 0,33 + a(2 - 0,540) = 0,33 + a \times 1,46$, de donde $a = 0,165/1,46 = 0,113$, y la fórmula en cuestión se reduciría a la siguiente en el caso que consideramos:

$$T_e = 0,33 + 0,113(2 - c).$$

Ahora bien: como según declaración verbal del Sr. Lacazette en nombre de la Unión Española de Explosivos, las nuevas nitramitas A, B, C y D detonan con una cápsula número 6, si bien para mayor seguridad se emplea la número 8, podemos tomar la núm. 7 como mínimo medio, y si tenemos en cuenta que el peso del fulminante de esta cápsula es de 1,50 gramos, constituyendo este valor a c en la fórmula antes indicada, tendríamos el precio del transporte que debiera aplicarse a dichos nuevos explosivos en la

línea de Bilbao a Durango a que se refiere la tarifa indicada.

$T_c = 0,33 + 0,113(2 - 1,5) = 0,33 + 0,113 \times 0,5 = 0,3865$ pesetas.

Por igual método se deducen las tarifas que deberían aplicarse a las nuevas nitramitas en las otras dos líneas:

Elgóibar a San Sebastián, $T_e = 0,3748$ pesetas.

Durango a Málzaga y Málzaga a Zumárraga, $T_e = 0,19032$ pesetas.

Es cuanto tengo el honor de someter a la consideración de V. I., cuya vida guarde Dios muchos años. Madrid, 2 de enero de 1929.—El Presidente, *F. Hauser*. (Rubricado).

Señor Director general de Minas y Combustibles.

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de diciembre de 1929

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	364.432
Antracita.....	1.437
TOTAL.....	365 869

Coque..... 21.667 toneladas.
Aglomerados..... 12.518 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.753

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.890
Lignito.....	14.084
TOTAL.....	16.974

Producción de coque: 7.136 toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	38.859

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	20.381
Antracita.....	12.092
TOTAL.....	32.473

Briquetas..... 5.355 toneladas.
Coque..... 3.565 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.181

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	57.080 (*)
Antracita.....	19.040 (*)
TOTAL.....	76.120

Aglomerados..... 15.309 toneladas.
Coque..... 1.427 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	18.198
Antracita.....	12.098
TOTAL.....	30.296

Aglomerados..... 11.822 toneladas.

(*) Cifras provisionales.

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.213
Coque de gas.....	360 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	15.750
Aglomerados de hulla.....	8.357 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	8.611

Valencia

Coque metalúrgico.....	6.234 toneladas
------------------------	-----------------

Valladolid

Aglomerados de hulla.....	397 toneladas.
---------------------------	----------------

Vizcaya

Coque.....	30.967 toneladas
Aglomerados.....	3.516 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	4.394
Aglomerados.....	»
Coque de gas.....	326

Producción de combustibles durante los meses de enero a diciembre de 1929

	Meses anteriores	Diciembre	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	496.393	44.677 (1)	541.060 (1)
Hulla.....	5.924.834	517.590 (1)	6.442.424 (1)
Lignito.....	368.809	33.236	402.045
TOTAL.....	6.790.036	595.493 (1)	7.385.529 (1)
Coque.....	542.582	71.742	614.324
Aglomerados.....	526.862	57.274	584.136

Producción nacional de aceites combustibles ⁽²⁾

Meses de enero a diciembre de 1929:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Diciembre	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	3.627.685	332.116	3.959.801
Benzol 50 por 100 (medio)...	199.579	17.188	216.767
Solvent-nafta (pesado).....	450.596	45.559	496.155
Otros tipos.....	563.314	78.670	641.984
TOTAL ..	4.841.174	473.533	5.314.707
Aceites crudos (alquitranes)	32.900.416	3.102.778	36.003.194

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	5.274.974	519.349	5.794.323
Gasolinas y similares.....	454.174	48.860	503.034

(1) Cifras provisionales.

(2) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de diciembre de 1929.

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	66.228
Badajoz	2.900
Coruña (Galicia)	11.317
Guipúzcoa-Alava-Navarra	2.949
Granada-Málaga	38.786
Huelva	29.439
Jaén	1.650
Murcia	15.282
Oviedo	10.229
Santander	55.037
Sevilla	11.070
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel	58.769
Vizcaya	238.687
Zaragoza	3.705
TOTAL	546.048
Meses anteriores	5.248.623
TOTAL A LA FECHA	5.794.671

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona	»	97	»	»	»
Coruña	»	»	748.000	»	»
Guipúzcoa	930	1.814	»	»	»
Oviedo	9.456	13.201	»	»	»
Santander	4.063	4.146	»	»	»
Sevilla	»	»	»	»	»
Valencia	14.341	16.635	»	»	»
Vizcaya	30.927	46.451	»	»	»
TOTAL	59.720	82.344	748.000	»	»
Meses anteriores	636.068	838.264	2.041.286	»	»
T. A LA FECHA	695.788	920.608	2.792.286	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería	»	»
Badajoz	»	»
Barcelona-Lérida	968	»
Ciudad Real	200	»
Córdoba	160	330
Guipúzcoa	520	»
Murcia	7.798	»
Oviedo	»	698
Santander	5.898	»
TOTAL	15.544	1.028
Meses anteriores	94.404	10.403
TOTAL A LA FECHA	109.948	11.431

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba ..	»	»	»	581.842	»
Huelva	307.033	1.106.747	»	»	»
Murcia	»	»	»	»	»
Oviedo	»	»	»	»	»
Sevilla	917	»	»	»	26.000
TOTAL ..	307.950	1.106.747	»	581.842	26.000
Meses anteriores ..	3.428.038	12.729.895	620.767	6.203.499	255.000
T. FECHA ..	3.735.988	13.836.642	620.767	6.785.341	281.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	1.628
Oviedo	169
TOTAL	1.797
Meses anteriores	14.833
TOTAL A LA FECHA	16.630

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	<i>Toneladas</i>	<i>Toneladas</i>
Almería.....	69	»
Badajoz.....	272	»
Barcelona-Tarragona-Gerona ...	546	309
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	622	»
Córdoba.....	2.639	3.525
Granada-Málaga.....	156	1.572
Guipúzcoa.....	86	784
Jaén.....	6.040	1.176
Murcia.....	1.488	4.456
Santander.....	703	»
Sevilla.....	»	»
Zaragoza.....	»	»
TOTAL.....	12.621	11.822
Meses anteriores.....	133.487	111.245
TOTAL A LA FECHA.....	146.108	123.067

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Ha sido destinado a la Escuela práctica de obreros mineros, fundidores y maquinistas de Bélmez, el Ingeniero 3.º D. Francisco Rived y Revilla.

El Ingeniero 1.º D. Darío de Aranza Uriguen ha sido destinado al distrito minero de Sevilla.

Se destina al Consejo de Minería, como Secretario de Sección del mismo, a D. José de Murga y Gil.

Ha sido nombrado Profesor de la asignatura «Laboreo de Minas e Higiene industrial» de la Escuela especial de Ingenieros de Minas D. Luis Suárez del Villar.

Ha sido destinado al distrito minero de Almería el Ayudante 1.º D. Enrique Rodríguez Martínez.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de enero de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de enero de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE	PROPIETARIOS
				Hectáreas	
Lérida	Arrés y Bosost	Demasia a María	Cinc	16,2825	Sociedad Minera de Victoria.
Idem	Arrés	Idem a Josefina	Idem	3,0325	Idem.
Idem	Arrés y Bosost	Idem a Tres amigos	Idem	3,14	Idem.
Idem	Arrés	Idem a Maurice 2.º	Idem	1,4022	Idem.
Idem	Idem	Idem a Santiago	Idem	0,7966	Idem.
Idem	Idem	Idem a Europa	Idem	0,7966	Idem.
Idem	Idem	Idem a Charles	Idem	1,3912	Idem.
Idem	Idem	Idem a California	Idem	1,4236	Idem.
Idem	Bosost	Idem a América	Idem	2,10	Idem.
Idem	Idem	Idem a Adela	Idem	2,4855	Idem.
Madrid	Horcajada de la Sierra	2.ª Cuatro amigos	Plata	20	Plabisan, Sdad. Civil Ltda.
Idem	Horcajo de la Sierra	Consuelo	Idem	21	D. Manuel Rdguez. Alvarez.
Idem	Horcajuelo de la Sierra	Cuatro amigos	Idem	33	Plabisan, Sdad. Civil Ltda.
Idem	Horcajuelo y Horcajo de la Sierra	El Salvador de Horcajuelo	Idem	30	D. Jesús Cano Romero.
Idem	Madarcos	El duende de Madarcos	Idem	30	Idem.
Navarra	Baztán	André-Cristeta	Bauxita	40	D. Saturnino Echanique.

104

Catastro minero

Se ha practicado la rectificación anual del catastro de los distritos de Valencia (provincias de Valencia, Alicante, Castellón y Teruel), Sevilla (Sevilla y Cádiz) y Murcia (Murcia y Albacete).
Se ha practicado igualmente la rectificación mensual del catastro de las provincias de Lérida, Madrid y Navarra.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real decreto que declara registrable el espacio de la provincia de Lérida, en el paraje de Malagarriga, comprendido dentro de la concesión «Salinas Victoria», que venía formando parte de la zona reservada por el Estado por Real decreto de 1.º de octubre de 1914, debiendo solicitarse la concesión de ese espacio con arreglo a la Ley y Reglamento de Minas potásicas. («Gaceta» del 3.)

Num. 41.

En el expediente incoado con motivo de la instancia suscrita por D. Juan Vives Gibert, por la que solicita que se le concedan, como formando parte de la mina de sales potásicas nombrada «Salinas Victoria», de la que es concesionario, las 152 pertenencias que aproximadamente y formando parte del paraje de Malagarriga (Lérida), por circunstancias ajenas a su voluntad, dejaron de serle otorgadas oportunamente:

Vistos los favorables informes emitidos por el Instituto Geológico y Minero, Consejo de Minería y Dirección general de Minas y Combustibles:

Vistos los Reales decretos de 1.º de octubre de 1914 y 7 de septiembre de 1929:

Considerando que el terreno cuya concesión solicita don Juan Vives quedaba incluido dentro de la designación que acompañaba a la instancia suscrita por el mismo en 3 de marzo de 1914 solicitando el registro minero «Salinas Victoria», y que por pertenecer a la provincia de Lérida hubo de ser segregado de aquélla al practicar la demarcación del

mismo, cuyo expediente se tramitaba por las Autoridades y Centros de la provincia de Barcelona, quedando dicho espacio completamente rodeado por la superficie demarcada:

Considerando que practicada esa demarcación, en junio de 1915, no pudo posteriormente el concesionario de la expresada mina conseguir el terreno que ahora solicita por formar parte de la zona que el Estado se reservó por Real decreto de 1.º de octubre de 1914, cosa que de no mediar esa circunstancia hubiese indudablemente logrado por disfrutar su petición del derecho de prioridad, que es la base de la propiedad minera:

Considerando que por formar parte el espacio que solicita D. Juan Vives, según queda dicho, de una zona reservada temporalmente por el Estado y reunir las condiciones previstas en el art. 3.º del Real decreto de 7 de septiembre último, para que sea de aplicación lo dispuesto en el apartado b) del mismo, debe ser aquél declarado registrable y su concesión sujeta a los preceptos de la ley de Minas potásicas de 24 de julio de 1918, debiendo figurar necesariamente entre las condiciones especiales que, con arreglo a lo preceptuado en la misma, pueden serle impuestas, la de quedar gravada la explotación de un modo permanente por un canon a favor del Estado, sobre cada tonelada de producto que sea librado por el concesionario, bien al consumo nacional bien a la exportación:

Considerando que, con sujeción a lo dispuesto en el artículo 5.º del mismo Real decreto, cuando se declaren registrables terrenos reservados temporalmente a favor del Estado, su concesión se otorgará a los concesionarios de las minas colindantes, distribuyéndolos convenientemente entre los mismos, previa propuesta formulada por la Jefatura de Minas e informe del Instituto Geológico y Minero de España y del Consejo de Minería, cuyas propuestas e informe, aparte las condiciones especiales que proceda

imponer, se referirán expresamente a la cuantía del canon a favor del Estado, que habrá de gravar permanentemente la venta de los productos que procedan de los terrenos objeto de la concesión y cuando todas las minas colindantes pertenezcan al mismo concesionario, como en el caso presente, a éste se adjudicará el total de los terrenos.

A propuesta del Ministro de Fomento, de acuerdo con Mi Consejo de Ministros,

Vengo en declarar registrable el espacio de la provincia de Lérida, en el paraje Malagarriga, comprendido dentro de la concesión «Salinas Victoria», que dejó de demarcarse a ésta por no pertenecer a la provincia de Barcelona y que venía formando parte de la zona reservada temporalmente por el Estado por el Real decreto de 1.º de octubre de 1914, siendo el concesionario de la expresada mina quien únicamente tiene derecho a solicitar la concesión de ese espacio, que habrá de ser solicitado del Gobernador civil de Lérida y tramitada con sujeción a la Ley y Reglamento de Minas potásicas, a cuyos preceptos quedará sometida una vez otorgada. Entre las condiciones especiales que habrán de imponerse a la concesión y consignarse en el título de propiedad, según el art. 4.º de la citada Ley, figurará necesariamente la de quedar gravada a perpetuidad con un canon de ocho pesetas por tonelada de óxido potásico anhídrido que sea librado por el concesionario al mercado nacional o a la exportación.

Dado en Palacio a treinta y uno de diciembre de mil novecientos veintinueve.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Rafael Benjumea y Burín*.

Real orden que prorroga por dos años la suspensión del derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Sevilla, cuya designación consta en la Real orden de 9 de enero de 1928. («Gaceta» del 9.)

Núm. 4.

Ilmo. Sr.: Subsistiendo las causas que motivaron la Real orden de 9 de enero de 1928, por virtud de la que se suspendió por dos años, prorrogables por plazos iguales, si fuese necesario, el derecho de registro de minas en determinadas zonas de la provincia de Sevilla, y estando para finalizar aquel plazo sin que puedan darse por terminadas las investigaciones en dicha zona para descubrir, mediante sondeos, el carbonífero oculto por formaciones más modernas,

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo previsto en el apartado segundo de la expresada Real orden, ha tenido a bien disponer:

1.º Que se prorrogue por dos años la suspensión del derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Sevilla, cuya designación consta en la citada Real orden, que, con el núm. 6, fué inserta en la *Gaceta de Madrid* del día 10 de enero de 1928; y

2.º Que esta resolución se publique en dicho periódico oficial y se comunique al Ingeniero Jefe del Distrito minero de Sevilla para su conocimiento e inserción en el *Boletín Oficial* de la provincia.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos oportunos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 7 de enero de 1930.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que dispone quede suspendido temporalmente el registro de minas de estaño en la zona comprendida dentro del perímetro que se indica. («Gaceta» del 16.)

Núm. 8.

Ilmo. Sr.: Vista la propuesta elevada a este Ministerio por el Instituto Geológico y Minero de España en 30 de diciembre último, relativa a la conveniencia de que el Estado se reserve determinada zona en las provincias de Zamora, Salamanca y Cáceres, con objeto de estudiar las condiciones de los yacimientos de mineral de estaño, y teniendo en cuenta los preceptos del Real decreto de 7 de septiembre de 1929.

S. M. el Rey (q. D. g.), de conformidad con la misma, se ha servido disponer:

1.º Queda suspendido temporalmente el derecho de registro de minas de estaño en la zona comprendida dentro del perímetro siguiente:

«Se tomará como punto de partida el centro de la Plaza Mayor de Salamanca; se seguirá la carretera, pasando por Alba de Tormes, Béjar, Hervás, Plasencia hasta Coria, desde donde se seguirá el curso del río Alagón, hasta su confluencia con el Tajo, y el de éste hasta su encuentro con el río Eljas (frontera portuguesa); se sigue en dirección al Norte por la frontera de Portugal hasta su encuentro con el río Tuela, siguiendo éste, aguas arriba, hasta el pueblo de Chanos; desde este punto se seguirá la carretera, pasando por Puebla de Sanabria y Zamora hasta Salamanca, cerrando el perímetro.»

2.º Los registros mineros de substancia mineral distinta del estaño que se soliciten dentro de la zona reservada de que queda hecha mención, se admitirán, tramitarán y, en su caso, concederán con la salvedad de que si el Estado ejecutara dentro del terreno comprendido por los mismos

labores de reconocimiento y descubriera por virtud de ellas alguna substancia mineral de la tercera sección distinta de la que obligatoriamente hubiera expresado el peticionario en su solicitud, la concesión no dará a éste derecho alguno a explotar aquella substancia.

3.º La suspensión del derecho de registro de minas de estaño en la zona antedicha es por el plazo de dos años, prorrogables por plazos iguales, si a su tiempo se juzga conveniente hacerlo; y

4.º Que la presente Real orden se publique en la *Gaceta de Madrid* y en los *Boletines Oficiales* de las provincias a que afecta la expresada zona, previa comunicación a los Ingenieros Jefes de los Distritos mineros de Badajoz y Salamanca.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 14 de enero de 1930.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas Combustibles.

Real decreto núm. 133 que concede a D. Eliseo García Ruifernández, para su fábrica de yeso de Torquemada (Palencia), los beneficios de la ley de Expropiación forzosa por causa de utilidad pública. («Gaceta» del 19.)

Real orden que adjudica definitivamente a D. Francisco Sánchez Madrid la ejecución de un sondeo de investigación carbonífera en la zona reservada al Estado en Villanueva de las Minas (Sevilla). («Gaceta» del 25.)

Núm. 20.

Ilmo. Sr.: Visto el pliego de condiciones inserto en la *Gaceta de Madrid* de 17 de noviembre de 1929, referente al concurso público para contratar la ejecución de un sondeo de investigación carbonífera en la zona reservada al Estado en Villanueva de las Minas (Sevilla):

Vistas las dos proposiciones presentadas a este con-

curso por la Sociedad Foraky y D. Francisco Sánchez Madrid, y la renuncia de la S. A. Trefor a ejercer su derecho de tanteo:

Visto el informe emitido por el Instituto Geológico y Minero de España en 8 del corriente proponiendo la adjudicación a D. Francisco Sánchez Madrid, cuya proposición es la más ventajosa,

S. M. el Rey (q. D. g.), de conformidad con lo propuesto por la Dirección general de Minas y Combustibles y con lo informado por el Instituto Geológico y Minero de España, ha tenido a bien disponer se adjudique definitivamente la contrata de ejecución del sondeo objeto del mencionado concurso a D. Francisco Sánchez Madrid, el cual queda obligado a legalizar, en escritura pública que otorgará ante Notario, en el plazo de sesenta días, a partir de la fecha de inserción de la Real orden de adjudicación en la *Gaceta de Madrid*, los compromisos que contrae con la Administración, y a comenzar la perforación del sondeo en el término de tres meses, a partir de la misma fecha.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 21 de enero de 1930.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles

Real orden que adjudica definitivamente a la Sociedad anónima Trefor la ejecución de un sondeo de investigación y reconocimiento de la cuenca potásica de la provincia de Navarra. (“Gaceta“ del 25.)

Núm. 21.

Ilmo. Sr.: Visto el pliego de condiciones inserto en la *Gaceta de Madrid* de 7 de diciembre último, referente al concurso público para contratar la ejecución de un sondeo de investigación y reconocimiento en la cuenca potásica de la provincia de Navarra:

Vistas las tres proposiciones presentadas a este concurso por la Sociedad anónima española de Sondeos Foraky, la Sociedad anónima Trefor y D. Eberhard Frey:

Visto el informe emitido por el Instituto Geológico y Minero de España con fecha 13 del corriente, sobre dichas proposiciones, favorable a la adjudicación a la que suscribe la Sociedad anónima Trefor:

Considerando que dicha proposición, ofreciendo la suficiente garantía para ejecutar las obras a que se refiere este concurso, es la más económica de las tres presentadas,

S. M. el Rey (q. D. g.), de conformidad con lo propuesto por la Dirección general de Minas y Combustibles y con lo informado por el Instituto Geológico y Minero de España, ha tenido a bien disponer se adjudique definitivamente la contrata de ejecución de un sondeo de investigación y reconocimiento en la supuesta cuenca potásica de la provincia de Navarra, objeto del mencionado concurso, a la Sociedad anónima Trefor, domiciliada en esta corte, la cual queda obligada a legalizar en escritura que otorgará ante Notario, dentro del plazo de sesenta días, contados a partir de la fecha de inserción en la *Gaceta de Madrid* de la Real orden de adjudicación, los compromisos que contrae con la Administración, y a comenzar la perforación del sondeo en el término de tres meses, a partir de la misma fecha.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 21 de enero de 1930.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden declarando que las entidades consumidoras que exploten por sí mismas minas de carbón y utilicen determinadas clases del combustible producido, podrán aumentar su producción en la cantidad necesaria para cubrir su propio consumo, previa renuncia del cupo libre que les está asignado en igual cuantía o con un margen de expansión de un tanto por ciento que en cada caso habrá de fijarse. («Gaceta» del 29.)

Núm. 24.

Ilmo. Sr.: La Real orden de 19 de mayo de 1928 obliga a las Empresas explotadoras de minas de carbón a limitar el aumento de producción al 10 por 100 de su producción normal, y atribuye al Comité ejecutivo de Combustibles sólidos del Consejo Nacional de Combustibles la facultad de autorizar mayores aumentos, apreciando en cada caso la calidad del carbón producido y la seguridad de su colocación en el mercado.

Pueden concurrir principalmente estas circunstancias en las minas explotadas por entidades consumidoras que, atendiendo a sus propias necesidades con las clases más inferiores del carbón que producen y reservando para la venta las más solicitadas por el mercado, hagan expresa renuncia del cupo de libre consumo asignado a las industrias que ejercen y pretendan cubrir este cupo con el aumento de producción correspondiente.

Y siendo de justicia que los casos en que concurren tan favorables circunstancias sean resueltos con arreglo a normas de carácter general,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer:

1.º Las entidades consumidoras que exploten por sí mismas minas de carbón y utilicen determinadas clases del combustible producido, podrán aumentar su producción en la cantidad necesaria para cubrir su propio consumo, pre-

via renuncia del cupo libre que les esté asignado en igual cuantía o con un margen de expansión de un tanto por ciento que en cada caso habrá de fijarse, siempre que el carbón sobrante, dedicado a la venta, sea de la clase o calidad más solicitadas por el mercado.

2.º El Comité ejecutivo de Combustibles sólidos autorizará en tales casos el aumento de producción, previa la comprobación de los datos aducidos por las Empresas solicitantes.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 18 de enero de 1930.—*Benjumea*.

Señor Presidente del Consejo Nacional de Combustibles.

Real orden núm. 28 que autoriza a D. José María Marchesi y Sociats para instalar una fábrica de cemento portland artificial en Cabezón (Valladolid), para una producción anual de 75.000 toneladas, y a D. José Luis Martínez Avellanosa para establecer otra en Mataporquera (Santander), con producción de 60.000 toneladas anuales. («Gaceta» del 30.)

Real orden disponiendo que por los Gobernadores civiles de las provincias que se indican se proceda a continuar la tramitación de los registros mineros solicitados como de estaño con anterioridad al 18 de octubre del año próximo pasado. («Gaceta» del 30.)

Núm. 29.

Ilmo. Sr.: Vista la Real orden de 18 de octubre último, que dispone quede en suspenso en toda España la tramitación de los registros mineros solicitados como de estaño y que en las minas de cualquier otra substancia mineral que se otorguen a partir de aquella fecha se haga constar expresamente que su concesión no da derecho a explotar el

estaño hasta que el Estado determine los terrenos que estime oportuno reservarse, dejando luego libre la explotación de dicho metal en las concesiones que queden fuera de aquellos terrenos:

Vista la Real orden de 30 de noviembre de 1929, que suspende temporalmente el derecho de registro de minas de estaño en la zona de las provincias de Guipúzcoa, Santander y Asturias, comprendida dentro del período que señala:

Vista la Real orden de 12 de diciembre del mismo año, que suspende igualmente con carácter temporal el derecho de registro de minas de la misma substancia en la zona que designa, dentro de las provincias de Pontevedra, Orense y La Coruña:

Vista la Real orden de 14 del corriente mes, que deja asimismo en suspenso, con igual carácter, el registro de minas de la indicada substancia en la zona que detalla de las provincias de Zamora, Salamanca y Cáceres,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer:

1.º Que por los Gobiernos civiles de las expresadas provincias se proceda a continuar la tramitación de los registros minerales solicitados como de estaño con anterioridad al 18 de octubre del pasado año, aun cuando los terrenos a que se refieran se encuentren dentro de alguna de las zonas de que queda hecha mención, reservadas por el Estado por las Reales órdenes citadas, otorgándose dentro de los preceptos reglamentarios los títulos de propiedad respectivos sin restricción alguna especial.

2.º Que se tramiten igualmente los registros mineros de aquella índole presentados después del 18 de octubre del pasado año que se refieran a terrenos solicitados fuera de las zonas reservadas de que queda hecha mención.

3.º Que en los títulos de propiedad de minas de substancias distintas del estaño que se otorguen en las citadas provincias, se haga constar expresamente, como condición especial, si los terrenos concedidos se hallan dentro de las

zonas respectivas reservadas por el Estado, que la concesión no da derecho a explotar el estaño que pueda presentarse dentro del perímetro abarcado por la demarcación, dejando libres de dicha condición especial las concesiones que se hallen enclavadas fuera de las zonas reservadas.

4.º Que los registros mineros de substancias distintas del estaño que se soliciten dentro de aquellas zonas reservadas, se admitirán, tramitarán y, en su caso, concederán con la salvedad de que si el Estado ejecutara dentro del terreno comprendido por los mismos las labores de reconocimiento y descubriera por virtud de ellas alguna substancia mineral de la tercera sección distinta de la que obligatoriamente hubiera expresado el peticionario en su solicitud, la concesión no dará a éste derecho alguno a explotar aquella substancia.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 26 de enero de 1930.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden disponiendo que durante el mes de febrero próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen en la actualidad. («Gaceta» del 30.)

Núm. 30.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el mes de febrero próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente —o sean los que se fijaron por Real orden de 31 de julio de 1929, publicada en la *Gaceta de Madrid* de 1.º de agos

to—, sin otra variación que la de considerar como suministros de tubos y planchas «al por menor» los inferiores a 2.000 kilos en las poblaciones en que existan depósitos del Consorcio, y los menores de 1.000 kilos en los lugares en que no existan.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 29 de enero de 1930.— *Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	Páginas
<i>Estudio sobre las explosiones de polvo de carbón y sobre los medios empleados para evitarlas y limitarlas</i> , por el Ingeniero de Minas D. Luis Torón Villegas. (Memoria premiada en el concurso de 1929 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid.).....	5
<i>Explosivos.</i> —Informe relativo al transporte de las «nitramitas».....	87
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de diciembre de 1929.....	96
Producción de combustibles durante los meses de enero a diciembre de 1929.....	99
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a diciembre de 1929.....	99
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de diciembre de 1929.....	100
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	103
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de enero de 1930.....	104
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento. — Real decreto que declara registrable el espacio de la provincia de Lérida, en el paraje de Malagarriga, comprendido dentro de la concesión «Salinas Victoria», que venía formando parte de la zona reservada por el Estado por Real decreto de 1.º de octubre de 1914, debiendo solicitarse la concesión de ese espacio con arreglo a la Ley y Reglamento de Minas potásicas.....	106
Real orden que prorroga por dos años la suspensión del derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Sevilla, cuya designación consta en la Real orden de 9 de enero de 1928.....	109

	<u>Páginas</u>
Real orden que dispone quede suspendido temporalmente el registro de minas de estaño en la zona comprendida dentro del perímetro que se indica.....	110
Real decreto que concede a D. Eliseo García Ruifernández, para su fábrica de yeso de Torquemada (Palencia), los beneficios de la ley de Expropiación forzosa por causa de utilidad pública.....	111
Real orden que adjudica definitivamente a D. Francisco Sánchez Madrid la ejecución de un sondeo de investigación carbonífera en la zona reservada al Estado en Villanueva de las Minas (Sevilla).....	111
Real orden que adjudica definitivamente a la Sociedad anónima Trefor la ejecución de un sondeo de investigación y reconocimiento de la cuenca potásica de la provincia de Navarra.....	112
Real orden declarando que las entidades consumidoras que exploten por sí mismas minas de carbón y utilicen determinadas clases del combustible producido, podrán aumentar su producción en la cantidad necesaria para cubrir su propio consumo, previa renuncia del cupo libre que les está asignado en igual cuantía o con un margen de expansión de un tanto por ciento que en cada caso habrá de fijarse.....	114
Real orden que autoriza a D. José María Marchesi y Sociats para instalar una fábrica de cemento portland artificial en Cabezón (Valladolid), para una producción anual de 75.000 toneladas, y a D. José Luis Martínez Avellanosa para establecer otra en Mataporquera (Santander), con producción de 60.000 toneladas anuales.....	115
Real orden disponiendo que por los Gobernadores civiles de las provincias que se indican se proceda a continuar la tramitación de los registros mineros solicitados como de estaño con anterioridad al 18 de octubre del año próximo pasado.....	115
Real orden disponiendo que durante el mes de febrero próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen en la actualidad.....	117



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

ESTUDIO SOBRE LAS EXPLOSIONES DE POLVO DE CARBON Y SOBRE LOS MEDIOS EMPLEADOS PARA EVITARLAS Y LIMITARLAS

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. LUIS TORÓN VILLEGAS

MEMORIA PREMIADA EN EL CONCURSO DE 1929 ENTRE INGENIEROS
DE MINAS DE LA ESCUELA DE MADRID

LEMA: Courrières.

(Continuación.)

Descripción de los ensayos.—Estos han sido de diversos tipos, según las condiciones de los yacimientos polvorientos empleados. En todos ellos, sin embargo, y con el fin de evitar fallos de inflamación, que hubieran producido retrasos al obligar a repetir los ensayos fallidos, los experimentadores decidieron colocar siempre como cebo una longitud mínima de cinco metros de polvos muy finos, que habían sufrido una hora de pulverización, a partir del extremo cerrado de la galería.

Los diversos tipos de ensayos realizados han sido los siguientes:

- a) Yacimientos continuos de polvos de carbón.
- b) Zonas de desempolvado con o sin riego.
- c) Zonas de polvos regados.
- d) Zonas de polvos esquistificados.

- e) Yacimientos continuos de polvos de carbón esquistificados.
 - f) Zonas de polvos con encalado (*chaulage*).
 - g) Zonas de polvos gruesos.
 - h) Zonas de polvos de carbonos secos.
- i) Barreras de detención.
- Acumulaciones de materiales sobre el suelo y obstrucciones parciales
 - Acumulaciones de materiales detrás de un guarnecido lateral de la galería.
 - Acumulaciones de materiales en tabletas o estantes laterales.
 - Acumulaciones de materiales en tabletas colocadas en la corona.
 - Acumulación de depósitos verticales de agua.

De todos estos tipos damos algunos ejemplos en las figuras 16 a 18, que son modificaciones de los gráficos establecidos por los experimentadores. En todos ellos las longitudes están representadas en escala de 1 : 200, estando siempre a la izquierda de la figura el fondo de la galería, que se toma como origen; las alturas indican las cantidades de polvos empleados por metro cúbico de la galería; la línea roja inferior indica los recorridos de llama, dentro y fuera de la galería; el trazo es lleno hasta la última mirilla en que ha sido observada y de puntos hasta la primera mirilla donde se ha dejado de observar; cuando sale fuera de la galería, la cifra colocada a su lado indica la longitud de la llama al exterior.

Las cifras colocadas por debajo del trazo rojo inferior indican el número de segundos que ha durado el trayecto de la llama. Las cifras colocadas en la parte superior del esquema indican las presiones máximas alcanzadas en la galería y expresadas en kilogramos por centímetro cuadrado. La representación de los diversos polvos y demás elementos empleados y sus diversas características se ha hecho según las convenciones indicadas en la figura 16.

Estudiaremos, siquiera sea sumariamente, los más importantes de estos ensayos:

a) **Yacimientos continuos de polvos de carbón** (figura 16).—A este grupo pertenecen diversos ensayos, realizados con el fin de estudiar el alargamiento progresivo de la llama o su velocidad inicial de propagación y llevados a cabo en combinación con yacimientos de polvos que sólo ocupaban una porción reducida de la galería (5, 30, 50, 65, 75, 100, 120 y 150 metros a partir del fondo de la galería). Estos ensayos se relacionaron con algunos, realizados en la tercera serie, con la longitud de galería reducida a 65 metros y en los que se había observado que la llama que se extendía fuera de la misma no alcanzaba una longitud superior a 50 metros; por el contrario, ensayos análogos en la galería de 230 metros mostraron que la llama se extendía, a veces, hasta 175 metros a partir del origen, lo que representa ya un alargamiento importante, habiéndose observado, además, que este alargamiento era tanto mayor cuanto mayor era la extensión del yacimiento de polvos, lo que se explicaba porque las impulsiones de aire que preceden a la llama tenían más tiempo para poner en suspensión y arrastrar hacia delante una nube de polvo antes de que la llama llegase al final del yacimiento. Se obtuvieron salidas de llamas de 150 metros al exterior y se observaron las primeras manifestaciones de una ley, que se vió después confirmada en múltiples ocasiones, de que el desarrollo de la explosión iba acompañado por un aumento de la presión, la cual era máxima en las proximidades del orificio libre. Esto no significa, sin embargo, que la presión en el fondo de la galería fuese mayor en las explosiones débiles de poco desarrollo que en las de gran desarrollo; sin embargo, esta presión, aunque lejos de alcanzar los valores elevados observados cerca del orificio, ha alcanzado valores suficientes para producir de una manera progresiva la demolición del apoyo de mampostería de dicho fondo, terminado de destruir por el ensayo 218, a pesar de haberse practicado en este fondo orificios, cerrados levemente

por tablas ligeras, con el fin de proveer a la galería de una válvula de escape y sobrepresión; el fondo fué totalmente deshecho, según se observa en la figura 9, antes citada, aunque se debe hacer notar que la presión no alcanzó en este ensayo cerca del origen un valor superior a 1.5 kilogramos por centímetro cuadrado, valor por otra parte suficiente para producir la destrucción citada.

Los ensayos, en los cuales el yacimiento de polvos se extendía a toda longitud de la galería, fueron bastante numerosos. En ellos se obtuvieron explosiones de violencia gradual mediante la variación de la duración del período de pulverización de los polvos y de la cantidad de éstos depositados por metro cúbico de galería; si bien en ensayos, en los cuales se empleaba la misma cantidad de polvos pulverizados durante el mismo tiempo, se observaron variaciones, esto se ha explicado lógicamente, porque el carbón empleado para la producción de los polvos, aunque era siempre de la misma procedencia, podía experimentar, como es corriente, variación en su composición, según la región de la capa de donde proviniese. Aparte de esto, cuanto mayor había sido el período de pulverización, se observó que la violencia de la explosión había sido mayor. En estos ensayos se estudiaron minuciosamente las diversas características de cada explosión, o sean:

1.º *La velocidad de propagación de la llama*, que puede considerarse como un hecho caracterizante de la mayor o menor violencia de las explosiones. Si la proporción de polvos era reducida se obtenían las llamadas explosiones oscilantes, o sean aquellas en las que la llama parece experimentar algunas paradas, más o menos relativas, debido a que, después de un cierto recorrido, el enfriamiento de los gases al contacto con las paredes produce una baja de presión que origina un retroceso de la columna gaseosa hacia el fondo, hasta llegar a un punto en el que la acumulación de masas gaseosas produce una nueva elevación

de presión que da origen a un nuevo avance de la columna de gases hacia la salida, repitiéndose este fenómeno hasta varias veces antes de llegar la llama al orificio.

Cuando se trata de un yacimiento más favorable, la llama progresa durante el período inicial lo suficientemente rápida para que no se produzcan las oscilaciones, llegando sin paradas hasta el orificio y extendiéndose aun en el aire exterior. De una manera general, la llama va aumentando de velocidad de una manera constante; sobre los 30 ó 50 primeros metros, la velocidad es de 25 a 50 metros por segundo; en los 100 metros siguientes la velocidad es mucho mayor, pasando siempre de los 100 ó 150 metros por segundo y llegando, en el caso de un yacimiento de polvos pulverizados durante treinta minutos, a alcanzar los 500 metros por segundo; por fin, en los últimos 50 ó 70 metros la velocidad puede llegar a valores del orden del millar de metros por segundo, en casos favorables, mientras que en yacimientos poco favorables el crecimiento en este último trozo es casi insensible.

Como dato curioso citaremos que si se observaba la llama atendiendo a su frente se comprobaba que, lejos de avanzar ocupando al mismo tiempo todos los puntos de una misma sección recta de la galería, su frente presentaba una forma de punta, progresando con mayor rapidez en el eje de la galería y después por las paredes de la misma, sobre todo por el piso, debido esto último, sin duda, a que en esta región la nube de polvo era más densa y por tanto más favorable a la propagación.

Una característica buena de la violencia de la explosión la constituía la velocidad de la llama, aunque a veces la irregularidad de repartición de un yacimiento puede dar lugar a variaciones en dicha velocidad, sobre todo en la fase inicial.

Llegada al orificio de la galería, la llama se extendía considerablemente en el exterior, llegando en algunos ca-

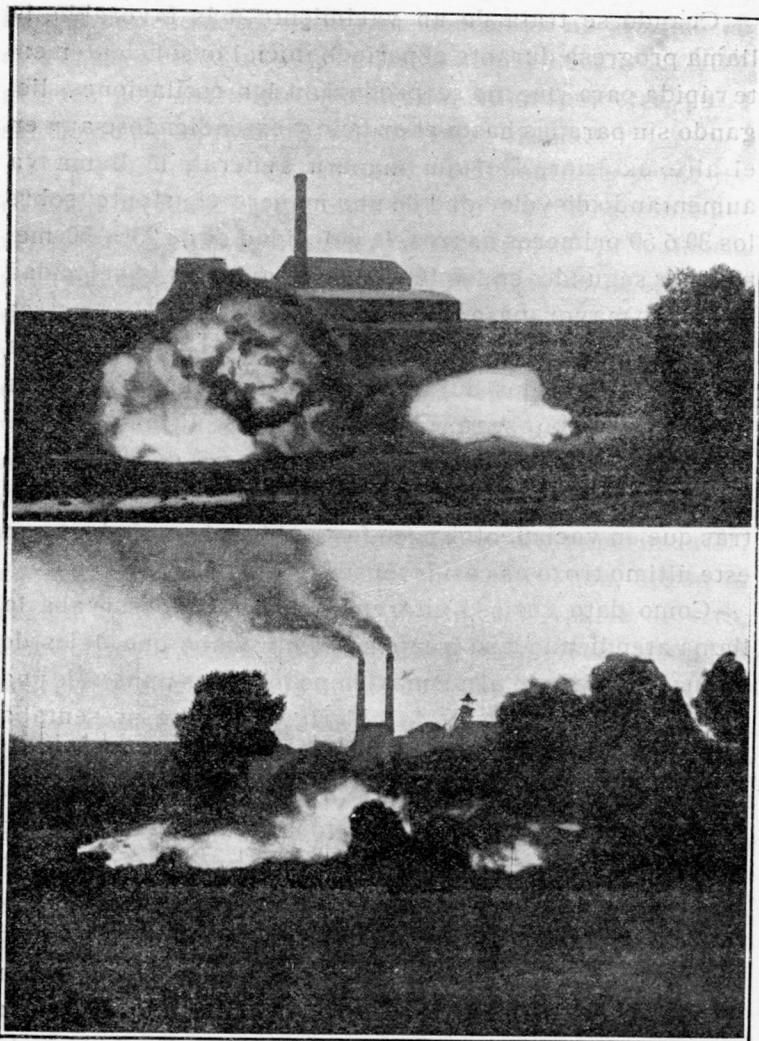


Fig. 16 bis.—Aspectos de llamas en el orificio de la galería.

sos a alcanzar un recorrido de 100 metros. En la figura 16 bis damos algunas vistas de llamas exteriores obtenidas en estas explosiones.

2.º *Las presiones realizadas por las explosiones.*—Otro carácter distintivo de las explosiones es la presión desarrollada en la galería. Mientras en las explosiones oscilantes, antes citadas, no se alcanzan presiones en los diversos puntos de la galería superiores a 200 ó 300 gramos por centímetro cuadrado, en las explosiones francas, en las cuales la llama progresa lo suficientemente rápida para no sufrir la acción de retroceso, las presiones obtenidas son elevadas, sobre todo cerca del orificio, que es donde alcanzan sus valores máximos, como ya se ha dicho.

Las presiones máximas observadas en la proximidad del orificio se pueden clasificar según el grado de inflamabilidad del yacimiento y según la marcha de la explosión; el orden de esta clasificación se corresponde con el de las duraciones de los recorridos de la llama en el interior de la galería. Así, la presión final, cuando la duración del recorrido es superior a los 2,25 segundos, no llega a los dos kilogramos, estando comprendida entre los dos y tres kilogramos para duraciones de 2,25 a dos segundos; entre tres y cuatro, para duraciones de dos a 1,75 segundos; de cuatro a ocho kilogramos, para duraciones entre 1,75 y 1,60 segundos, y superior a ocho kilogramos, para duraciones inferiores a 1,60 segundos. Se ve, por lo tanto, que las altas presiones se corresponden a las velocidades elevadas de propagación de llama.

El fenómeno completo de la explosión en la galería de ensayos termina por una fase de depresión. La fuerza viva de los gases que la explosión lanza hacia el orificio les hace sobrepasar la posición de equilibrio, mientras que el enfriamiento de las paredes y la condensación del vapor de agua presente en los gases citados originan una baja muy pronunciada de la presión detrás de la llama, dando origen a

depresiones que alcanzan de 200 a 300 gramos por centímetro cuadrado en los casos ordinarios, y que en el caso de explosiones fuertes llegan a pasar de media atmósfera. Naturalmente, esta depresión es seguida de una entrada muy fuerte de aire, que impulsa hacia el interior a los polvos residuales, llevándolos a distancias de 30 a 100 metros del orificio de la galería y arrastrando, además, consigo fragmentos del recubrimiento de relleno de la galería en su parte extrema.

3.º *Los efectos dinámicos* más importantes y que merecen ser citados fueron los que acompañaron a las explosiones más violentas. Entre ellos mencionaremos la destrucción, ya descrita, del fondo de la galería por el ensayo 218, y como averías de menos importancia, pero que se observaron en numerosos ensayos, la destrucción parcial del piso de hormigón, la ruptura de las tablas de forro, de las que la explosión arrancaba astillas de tamaño variado y aun trozos grandes, la ruptura de los vidrios armados de las mirillas, etc.; igualmente se observó que tubos de 22 milímetros de diámetro y tres milímetros de espesor, introducidos por orificios del techo para realizar medidas de velocidad de las llamas y que estaban sostenidos por dos tirantes inclinados 45º. fueron torcidos, a pesar de éstos. con bastante frecuencia, y no fué posible mantenerlos en puntos situados a más de 150 metros del fondo de la galería, y que los hilos de hierro, que servían de apoyo a los hilos de cobre tendidos transversalmente a la galería. según hemos dicho en otro lugar, para medidas del paso de la llama, han sido rotos en trozos por la violencia de algunas explosiones, habiendo llegado un trozo de dicho alambre a incrustarse, a más de un centímetro de profundidad, en una de las tablas de forro.

En algunos casos excepcionales las presiones elevadas desarrolladas cerca del orificio de la galería han producido efectos considerables; así, en el ensayo 218, además de la

rotura del fondo de la galería, el penúltimo trozo de ésta sufrió un desgarramiento que produjo una abertura de 1,30 metros de superficie, y los tablones con que se reparó provisionalmente el hueco fueron rotos al ras del agujero y proyectados a distancias comprendidas entre 50 y 100 metros en los ensayos 247 y 248.

Pero el efecto dinámico más importante fué el que se produjo en el ensayo 287, en el que se dispuso un yacimiento continuo, de 450 gramos por metro cúbico, de polvo de carbón de Lievin, pulverizado durante treinta minutos. La explosión producida en estas condiciones fué formidable, produciendo la rotura violentísima de los dos últimos trozos de galería, con proyecciones lejanas de tres trozos de chapa de 1 a 3,40 metros cuadrados de superficie, maderas rotas, una mirilla, piedras del recubrimiento de escombros, etcétera, tal como se ve en la figura 10, antes citada; además de estas proyecciones, las partes no proyectadas de dichos trozos de galería mostraban numerosas grietas en una longitud de 11,10 metros. Las observaciones sobre la presión mostraron que la elevación de ésta fué instantánea, ya que tres sondas de presión que estaban graduadas, respectivamente, a 5, 10 y 13,50 kilogramos por centímetro cuadrado dieron su indicación en el mismo momento a los 137,1 centésimas de segundo de la detonación inicial de la dinamita. Las indicaciones de los *crushers* dieron en la proximidad del orificio 75 kilogramos por centímetro cuadrado, si bien esta indicación, así como la dada por el ensayo posterior de una probeta de la chapa rota, que indicó un coeficiente de ruptura de 48,6 kilogramos, no merecían, en opinión de los experimentadores, una fe completa, a consecuencia de las condiciones especiales a que fueron sometidas.

Un punto también notable, en relación con las explosiones de polvo, reside en las observaciones hechas en Lievin acerca de la conmoción producida en la atmósfera por las

ondas de las explosiones. En grupos habitados situados entre 500 y 1.000 metros de distancia del orificio de la galería se produjeron, durante los ensayos 280 y 281, roturas de numerosos vidrios, agrietamiento de cielos rasos, corrimientos de tejas, hundimientos de puertas y tabiques, etc.

Además del estudio de estas características se procedió a determinar la influencia que sobre el desarrollo de la explosión ejercen las causas que puedan producir una expansión a retaguardia de llama y las obstrucciones que puedan presentarse en la galería.

La acción de las primeras causas se había observado al notar que la violencia de las explosiones producidas en la galería iba decreciendo de una manera regular e inexplicable, hasta que reuniendo la idea surgida en el ánimo de los experimentadores al saltar el fondo de la galería en el ensayo 218, y la producción de fugas de gases y polvos a través de las fisuras, cada vez más grandes, producidas por los gases calientes a través de los maderos de cierre, se creó la opinión de que si detrás de la onda explosiva se producía, por alguna causa, una expansión de la atmósfera gaseosa la violencia de la explosión disminuía. Esto fué confirmado por unos ensayos encaminados exclusivamente a ello y en los cuales se produjeron explosiones, dejando de intento abiertos uno o dos ventanillos de la galería; se vió que mientras un ventanillo solo abierto, con una superficie de 270 centímetros cuadrados, no producía acción modificadora sobre la explosión, dos ventanillos abiertos, con una superficie de 540 centímetros cuadrados, la amortiguación completamente hasta el punto de que sólo recorría 150 metros de la galería, a pesar de tratarse de un yacimiento extremadamente favorable a la propagación. Estos resultados se relacionaron con lo observado en muchas explosiones mineras, en las que los efectos fueron mucho más débiles en las galerías rodeadas de trabajos antiguos, en los que los gases de la explosión podían expansionarse. Más adelante volveremos sobre

este interesante extremo al tratar de los estudios realizados por el U. S. Bureau of Mines, así como de los ensayos de Commentry.

En cuanto al efecto de las obstrucciones parciales en la galería el estudio de numerosas curvas de velocidad y de presión, correspondientes a diversos ensayos, y otros de éstos, en los que se obstruyó parcialmente y a diversos grados la sección de la galería, probaron que las ondas reflejadas tenían una gran influencia sobre el carácter y violencia de la explosión. Estudios detallados sobre este punto fueron también realizados, como veremos más adelante, por el U. S. Bureau of Mines.

b) **Zonas de desempolvado, con o sin riesgo** (fig. 17).—

Los ensayos de este grupo tenían por objeto averiguar si, como se pensaba por algunos, una zona totalmente desprovista de polvo era capaz de detener una explosión; sobre esta aptitud de las zonas desempolvadas había bastante escepticismo, teniendo en cuenta las grandes distancias a que se extendía una llama en yacimientos de polvo de longitud parcial. Los ensayos realizados y de los cuales damos unos ejemplos en la figura en cuestión, se realizaron limpiando una zona de galería mediante un barrido, sin proceder al soplado de las paredes, para estar así en condiciones análogas a las de limpieza que se puede realizar en una galería de mina; de todas suertes, la proporción de polvo existente en el trozo desempolvado era considerablemente inferior al límite de 112 gramos por metro cúbico, establecido en las conclusiones de la tercera serie. Como se ve por los gráficos, con un yacimiento de 50 o de 75 metros de polvos, pulverizados durante una hora, se logra la extinción de llama por la zona de desempolvado; con un yacimiento de los mismos polvos de 50 metros y una zona de desempolvado de 100 metros, se detiene también la llama; mas si el yacimiento es de 75 metros, la zona de 100 metros



no es suficiente para detener la llama que sale al exterior; pero considerablemente atenuada, lo que se explicaba porque la onda inicial, que precede a la llama, había barrido la casi totalidad de los polvos de la zona receptora, dejando en ella una débil proporción, como lo mostraba la nube de polvos que aparecía a la extremidad de la galería antes de la llegada de la llama; esto se confirmó constituyendo luego las zonas polvorientas por polvos menos aptos a ser puestos en suspensión fácilmente por la onda inicial, viéndose por los ensayos 230, 240 y 233 que la magnitud de la llama dependía de la importancia de la zona receptora.

Dentro de este grupo se realizaron otros ensayos para determinar la acción combinada del desempolvado con un riego de la zona desempolvada. Los ensayos 231, 232, 235 y 237 mostraron que el riego de un litro de agua aproximadamente por metro lineal de galería, realizado dos o tres horas antes del tiro en la zona desempolvada, detenía la llama con un yacimiento inicial de 75 metros de polvos de una hora.

La conclusión, deducida de estos ensayos, fué que el desempolvado no era eficaz empleado aisladamente para la detención de una explosión, pero que combinado con el riego, y quizá con otros métodos, debía recomendarse.

c) **Zona de polvos regados.**—La importancia de este grupo de ensayos es muy grande, ya que su objeto era determinar la eficacia del riego en las galerías polvorientas para evitar la propagación de una explosión que hubiera ya adquirido un cierto desarrollo. Para realizar estos ensayos, después de haber esparcido los polvos por la galería, según el procedimiento ordinario, se procedía a su riego vertiendo una cantidad determinada de agua por metro lineal de galería; para practicar este riego se lanzaba con la mano el agua sobre las paredes, o sobre el suelo, o sobre ambos; el efecto de ello no parecía ser eficaz por el aspecto

de la galería, pues, debido a que el polvo, sobre todo cuando es fino, se moja difícilmente, se veían las paredes mojadas y el polvo que en ellas existía adherido a ellas o a la entibación, mientras que en el suelo no se observaba lodo, para la formación del cual hubiera hecho falta una prolongada agitación, sino que se veían charcos y al lado de ellos masas más o menos grandes de polvo; sin embargo, a pesar de esta aparente ineficacia, los ensayos probaron que la acción del agua se hacía sentir.

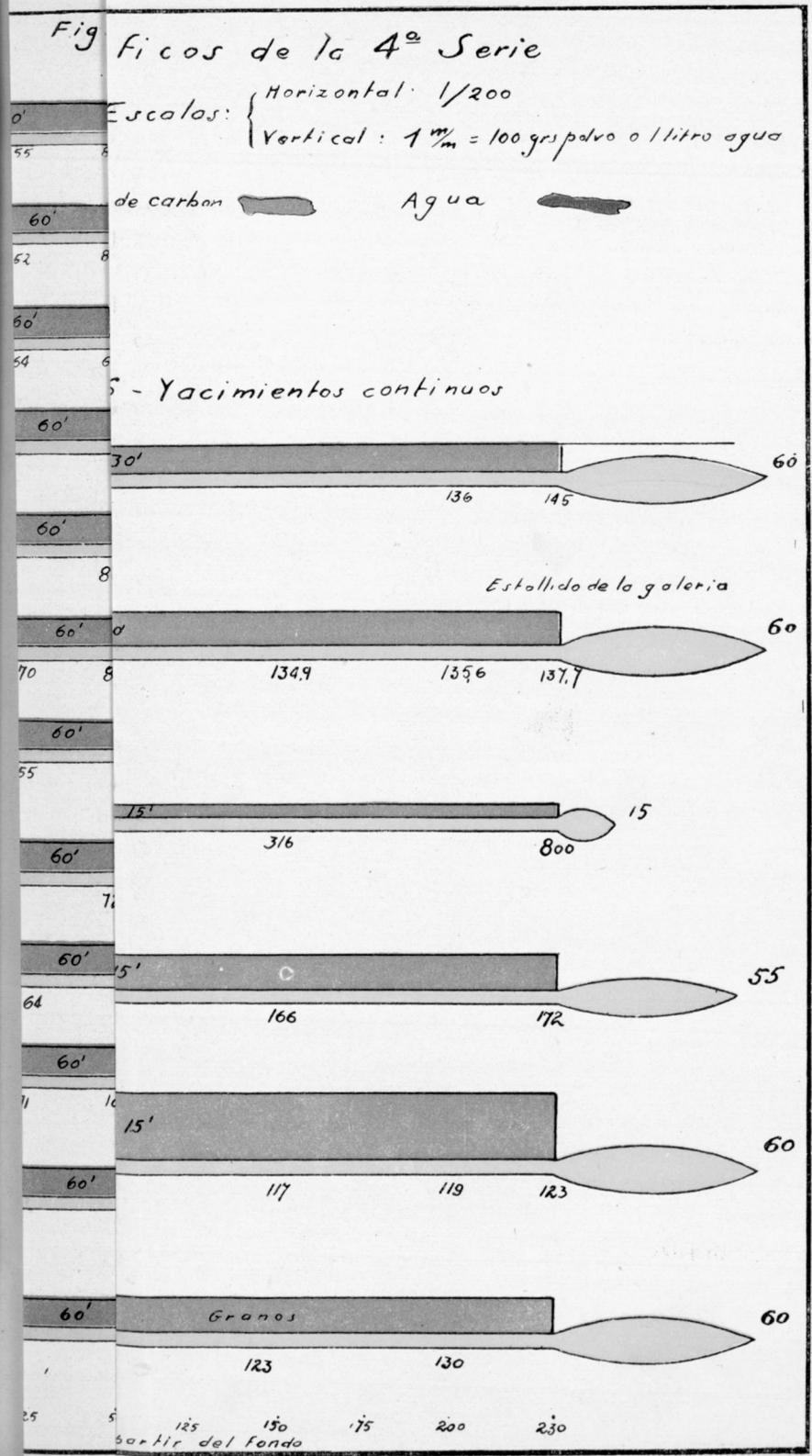
Los ensayos realizados han sido 15 (fig. 18), de los cuales 10 han empleado para producir la explosión inicial una zona de polvos de 75 metros de longitud, mientras que en los otros cinco la zona en cuestión ha sido de 130 metros; la zona regada ha sido en dos ensayos de 50 metros y en los restantes de 100 metros; la carga de polvos ha sido siempre de 450 gramos por metro cúbico de galería y en los ensayos, en los cuales ha sido posible por la longitud de la galería, se colocó después una zona receptora de polvos menos pulverizados que los iniciales y en mayor proporción.

En este grupo de ensayos se han estudiado sucesivamente:

1.º *La determinación de la proporción de riego necesario*—Para ello se observó que mientras en el ensayo 249 una zona de 50 metros regada con dos litros por metro lineal no detenía la llama, en el 250 la misma zona regada con seis litros por metro producía la detención de la llama algunos metros después de haber pasado la zona regada, lo que indicaba que, con toda probabilidad, la cantidad de agua necesaria estaba comprendida entre los dos y los seis litros por metro, y además que no era preciso que la mezcla de agua y polvo fuese completa, siendo lo más probable que la onda inicial de aire, que precede siempre a la explosión, realizaba dicha mezcla. Todo esto fué confirmado por los ensayos 252, 253 y 255; en el primero, el agua, en propor-

ción de dos litros por metro, había sido proyectada sobre suelo y paredes, mientras que en los otros dos sólo se había regado el suelo; además, en el 255 la zona de detención estaba constituida por polvos bastante gruesos; como era de esperar, en los tres casos se observó paso de llama, la cual salió al exterior en longitudes de 60, 80 y 90 metros; por el contrario, en los ensayos 251, 254 y 260, en los que la proporción de agua fué de cuatro litros, o sea de tres a cuatro veces superior al peso de los polvos, se observó el corte de la llama en los dos primeros, a pesar de que en el 254 la zona de detención estaba constituida por polvos sólo de quince minutos; por el contrario, en el 260, en el que los polvos de la zona de detención no habían pasado por el pulverizador, alcanzando la dimensión de 1,5 milímetros, se produjo una explosión oscilante que a la segunda oscilación atravesó la zona receptora y salió al exterior en una longitud de 20 metros. Se dedujo de estos ensayos que en la proporción de riego de cuatro litros por metro, este riego obra eficazmente para la detención de una explosión, salvo en el caso en que los polvos de la zona de detención no sean lo suficientemente finos para formar lodo con el agua; de todos modos, aun en este caso, la violencia de la explosión se atenuó mucho, como lo mostró su comparación con el ensayo 256, realizado en iguales condiciones de carga, pero sin riego.

2.º *La influencia del modo de repartición del agua* — Como parecía deducirse de los ensayos antes citados, que para que el riego fuese eficaz no era preciso que el polvo (a condición de ser fino) se mezclase con el agua antes de la explosión, se pensó que quizá bastase con regar el suelo de la galería, aunque el polvo se hallase sólo sobre las paredes de la misma, lo que hubiese simplificado mucho la aplicación práctica de este medio de detención, en el supuesto de que la onda inicial provocaría la mezcla en cuestión. Para confirmar o desechar esta idea se realizaron los ensa-



yos 294 y 295, en los que se esparció una proporción de agua de ocho litros por metro, pero sólo por el piso, en el cual formaba una capa de un centímetro de espesor; desgraciadamente, los resultados fueron contrarios a la hipótesis, ya que la explosión pasó a través de la zona de detonación y la zona receptora, saliendo la llama al exterior en longitudes de 15 y 20 metros.

3.º *La influencia de la importancia de la explosión inicial.*—Por último, con el fin de ver si la zona de detención de 100 metros, que se mostraba eficaz cuando la explosión inicial se producía en una zona de 75 metros de polvos, lo era también con explosiones más intensas, se realizaron los ensayos 385, 386, 392, 395 y 396, en los cuales la explosión inicial se originó con una zona de polvos de 120 metros de longitud, siendo la zona de detención de 100 metros con un riego de cuatro litros por metro. En el primer ensayo se emplearon polvos muy finos que, sin embargo, dieron lugar a una explosión muy lenta, a causa de fugas producidas en el fondo de la galería; los siguientes se realizaron con violencia graduada por el grado creciente de pulverización de los polvos. En todos ellos la explosión atravesó la zona de detención y salió la llama al exterior, si bien con pequeño recorrido. Aunque a primera vista parecía que los ensayos demostraban la ineficacia de la zona de detención de 100 metros, la opinión de Mr. Taffanel entiende que esta ineficacia no se ha demostrado de manera incontestable, y basándose en el aspecto de la llama, sin expansión y de un color obscuro, expone su opinión de que esta llama se hubiera extinguido de haber un recorrido mayor de galería, lo que era tanto más probable cuanto que, por la acción de la onda inicial, había sido extendida sobre el terreno en una zona de 15 a 20 metros a partir del orificio de la galería, una capa de lodo que en una galería de más sección y siendo a su vez de mayor longitud que la llama, la hubiera detenido casi seguramente.

De todos los ensayos se deduce que, aun en aquellos en los que no se logró la detención de la llama, la explosión resultó muy atenuada, siendo un buen ejemplo de ello la comparación de los ensayos 295 y 294 con el 287, que se había realizado con un yacimiento exactamente igual y que fué el más violento de toda la cuarta serie.

Como resultado y conclusión de estos ensayos establecieron los experimentadores que el riego de galerías polvorientas, aun limitado a una zona de detención, puede tener alguna eficacia y conseguir, por lo menos en ciertos casos, limitar el desarrollo de una explosión, si bien la escala de los ensayos era aun demasiado limitada para deducir la longitud más conveniente de la zona de detención y también si una zona más extensa con menor proporción de riego sería igualmente eficaz.

d) **Zona de polvos esquistificados.**—Este grupo de ensayos es el más importante de todos, excepto los referentes a las barreras, y su estudio se debe a la recomendación hecha en su informe sobre la catástrofe de Courrières por el Consejo general de Minas, el cual se basaba para ello en que, al estudiar dicha explosión, se había observado que las galerías practicadas en capas estrechas se habían mostrado inmunes contra la propagación de las llamas, lo que se explicaba por la elevada proporción de polvo estéril que contenían, debido al *franqueo* del muro. Ya en los ensayos de las series anteriores se había considerado esta interesante cuestión, habiéndose llegado a determinar que la proporción de 40 por 100 de polvo estéril hacía impropio, dentro de las condiciones de los ensayos, a un yacimiento de polvos para dar origen a una explosión. Pero quedaba por estudiar si, análogamente, un yacimiento rico en estériles sería capaz de detener una explosión generalizada, y a ello se encaminaron los ensayos que vamos a describir, en los cuales Mr. Taffanel buscaba la confirmación o la

negación de los ensayos y resultados de la Comisión inglesa, que describiremos en otro lugar. En estos ensayos se consideraron separadamente los yacimientos de polvos estériles puros y los yacimientos de polvos carbonosos esquistificados.

1.º **Polvos estériles puros.**—Los ensayos de este grupo fueron siete, de los cuales en unos se trataba de zonas iniciales de 50 metros de extensión, en otros de 75 y en otros de 120 y hasta de 165 metros. Como se ve por los gráficos correspondientes (fig. 19), en el caso de un yacimiento de 50 metros de extensión hasta una zona de otros tantos metros de polvos estériles (pizarra) para detener la llama, poco después de haber atravesado esta zona estéril, a condición de que la proporción de estériles sea de 450 gramos por metro cúbico; si la zona inicial tiene 75 metros de extensión, una zona de 100 metros de polvo estéril no detiene la llama, si está empleado en una proporción de 225 gramos, pero sí si se halla en proporción de 450 gramos y, como es natural, también si se halla en la proporción de 675 gramos; con estas proporciones lo mismo da que el polvo estéril lo sea de pizarra que de caliza.

En cuanto al caso de yacimientos iniciales de 100 metros se presentó la misma duda que en el caso del riego, como lo mostró el ensayo 394, en el cual la llama de un yacimiento inicial de 120 metros atravesó la zona de detención de 100 de polvos estériles y salió al exterior 10 metros, pero con muy poca expansión y como si estuviese próxima a la extinción; las presiones bajaron también en la proximidad del orificio, en el cual se observó 1,400 kilogramos, mientras que a la mitad de la zona estéril era de 3,200 kilogramos. Por último, en el caso de una zona inicial de 165 metros, la longitud de la galería no permitió disponer más que una zona de 55 metros y la llama pasó, a pesar de que la proporción de polvos estériles (cenizas de caldera) llegaba hasta los 900 gramos.

2.º *Polvos carbonosos esquistificados* (fig. 20). — Estos ensayos eran de mucha mayor importancia práctica que los anteriores, ya que lo corriente en una mina es la existencia de yacimientos de polvos carbonosos, con los cuales se ha mezclado una proporción mayor o menor de polvos estériles procedentes de los *franqueos*. Los ensayos de este grupo se pueden considerar divididos en tres secciones: a la primera de ellas, en la cual el yacimiento inicial era de 50 metros de polvos carbonosos puros y la zona de detención tenía otros 50 metros, con una proporción de polvos estériles del 50 por 100, pertenecen los ensayos 220, 221 y 227, que muestran que dicha proporción de esquistificación no era suficiente para detener en todos los casos una inflamación inicial importante; a la segunda sección pertenecen los ensayos realizados con yacimiento inicial de 75 metros y una zona de detención de 75 metros de longitud y mezcla a 75 por 100 de estériles (máxima proporción admisible dentro de las condiciones prácticas de la esquistificación). De estos ensayos damos en la figura 20 once, seleccionados por los experimentadores; de ellos, los 241, 242, 243 y 244 se realizaron sin zona receptora, y los 261, 268 y 267 con ella, no habiéndose en ninguno de ellos logrado la detención de la llama, que se extendía bastante más lejos del final de la zona de detención, y habiéndose observado que, a pesar de haber aumentado la cantidad de mezcla empleada (ensayos 243 y 244), no se logró efecto amortiguador sensible, como tampoco por la carga de parte de la mezcla en tablas colocadas lateralmente en la galería, para facilitar su puesta en suspensión (ensayos 261, 268 y 267), ni por el empleo de caliza pulverizada en lugar de polvos de pizarras (ensayo 268), o el aumento de la duración de pulverización de los estériles (ensayo 267). En vista de ello, y como no era práctico, como ya hemos dicho, aumentar la proporción de estériles, se aumentó la longitud de la zona de detención a 150 metros (ensayos 262, 263, 269 y 270),

siempre con el empleo de las tablas laterales, para facilitar la puesta en suspensión, y sin que se lograra, a pesar de todo, detener la llama; sin embargo, la explosión resultaba amortiguada considerablemente, con poca longitud de salida al exterior y poca expansión en éste, sin propagarse al resto de la nube de polvo, que, como siempre, la precedía. Los experimentadores expresaron la duda de que quizá una longitud mayor de zona de detención hubiera logrado la extinción; pero no fué posible, como es natural, aclarar esta duda. Como una enseñanza de estos ensayos, los experimentadores confirmaron una vez más su hipótesis del acabalgamiento de las zonas, de tal modo que la zona de detención veía sus materiales transportados, en parte, a la zona inmediata.

Una tercera sección la constituyeron los ensayos en los cuales se modificó la naturaleza de la explosión inicial, actuando sobre la zona en la cual se originaba ésta. Así, en el ensayo 271, la zona inicial estaba constituida por polvos de sólo quince minutos de pulverización, a pesar de lo cual pasó la llama; en el 272 se actuó sobre la composición de dicha zona inicial, constituyéndola por una mezcla a 25 por 100 de estériles y la llama no pasó; pero aumentando la carga de dicha zona se consiguió una salida al exterior (ensayo 273); por último, reduciendo la longitud de la zona inicial, se consiguió detener la llama, con una proporción de estériles de 75 por 100 en la zona de detención (ensayos 265 y 264).

Como conclusión de estos ensayos, Mr. Taffanel establece lo siguiente:

«Deducimos, pues, que la eficacia de las zonas de detención, obtenidas por esquistificación, siempre que sea de tener la presencia de polvos carbonosos en proporción vecina del 25 por 100, puede considerarse como nula en presencia de una explosión inicial algo fuerte, aun cuando la zona esquistificada llegue a los 150 metros de longitud; queda

una duda grande con zonas de detención de mayor longitud. La esquistificación así entendida tendría, sin embargo, muchas más probabilidades de ser eficaz cuando la explosión inicial sea poco violenta; éste será el caso de galerías tortuosas de algunas regiones de las minas, y también si el yacimiento inicial es poco favorable a la propagación, sobre todo si su proporción de cenizas es elevada; por esto no se puede hacer otra cosa que generalizar la esquistificación; por este método sabemos que se disminuye mucho la probabilidad de que se origine una explosión de polvos, y si a pesar de ello se origina, debido a que no encontrará desde su origen un yacimiento favorable a su propagación, habrá probabilidades de que no adquiera gran violencia y que termine por detenerse cuando encuentre una zona esquistificada de modo más intensivo.»

«En definitiva, si bien no es posible contar con la eficacia de las zonas de detención, que se pretendería realizar esquistificando, por ejemplo, un trozo de 100 ó 200 metros de galería, intercalado entre regiones netamente favorables a la propagación, no es menos cierto que la esquistificación generalizada es altamente recomendable...»

e) Yacimientos continuos de polvos de carbón esquistificados.—Los ensayos de este grupo han tenido por objeto confirmar en la galería de 230 metros los resultados obtenidos en series anteriores de ensayos, acerca de la eficacia de la esquistificación para la detención de una explosión en su origen. Para ello se dispusieron los ensayos en condiciones más duras que las de la tercera serie, empleando en el origen un yacimiento inicial o cebo de cinco metros de polvos puros y muy pulverizados. Se ve por los ensayos 288 y 290 que con un yacimiento con 25 ó 33 por 100 de polvo estéril se origina la explosión, que puede llegar a ser violenta; pero los 293 y 296 muestran en cambio que con yacimien-

tos a 40 por 100 de estériles la llama va siendo cada vez más lenta y termina por detenerse por insuficiencia de puesta en suspensión de polvos. Se ve, por tanto, que la proporción límite de 40 por 100 de estériles, determinada en la galería de 65 metros, subsiste en la de 230, a pesar de que se haya reforzado la explosión inicial.

f) Zonas de polvos carbonosos con encalado («chaulage»).—El encalado o *chaulage* de los franceses consiste, como es bien sabido, en embadurnar más o menos completamente las paredes y el suelo de las galerías mediante lechada de cal; el ensayo único realizado en Lievin sobre este asunto tenía por objeto determinar la acción del encalado como medio de fijar, haciéndolos inofensivos, los polvos que se depositan en las paredes y el suelo, ya que la práctica enseña que el encalado es un medio excelente de desempolvado de las paredes, si bien no obra con la misma eficacia respecto al suelo, en el cual la aglomeración mediante la cal es muy compleja, aunque bien es verdad que todo lo que cae de cal sobre el suelo realiza una especie de esquistificación. El ensayo realizado acerca de este medio consistió en desempolvar primeramente las paredes de la galería, y después, una vez esparcida la carga ordinaria de polvos carbonosos, se los regó, en la zona de encalado de 100 metros, con cuatro litros por metro lineal de galería de una lechada de cal, pisoteando después el conjunto para formar un barro espeso, dejándolo después cuatro días con frecuente pisoteo para estar en condiciones análogas a las que se realizan en las minas, y haciendo después estallar el yacimiento inicial de 80 metros de polvos puros. En estas condiciones la llama ha atravesado la zona encalada y ha salido al exterior 50 metros. De aquí se dedujo que el encalado sólo se debe considerar como un buen medio de desempolvado de las paredes, pero que, respecto al piso, se refería a él lo dicho de la esquistificación.

g) **Zonas de polvos gruesos.**—Algunos ensayos tuvieron por objeto estudiar el comportamiento de yacimientos formados por polvos demasiado gruesos para dar por sí mismos origen a una explosión. Para ello se emplearon polvos pasados solamente por el molino de bolas, que tenían una dimensión máxima de 1,5 milímetros, y de los cuales un 99,4 por 100 no pasaba por el tamiz 240 y un 74 por 100 por el tamiz 50. Se inició la explosión mediante una zona de polvos finos de una hora de pulverización y cuya extensión fué de 75 metros en dos ensayos y de 25 metros en un tercero; a continuación de la zona inicial se extendía en la galería un yacimiento uniforme de los polvos gruesos; tanto éstos como los finos estaban en la carga de 450 gramos por metro cúbico. Como se ve por los gráficos, en los tres casos hubo explosión y propagación hasta el exterior, si bien, como era de esperar, en el caso de un yacimiento inicial corto, la explosión tuvo los caracteres de las explosiones oscilantes.

h) **Zonas de polvos de carbones secos.**—Para completar el estudio de la influencia que sobre la propagación de una explosión de polvos ejercían las diversas características de los polvos, solo quedaba por ver cómo se comportaban respecto a la propagación los yacimientos de polvos de una propagación reducida de volátiles, ya que, como hemos descrito, se habían estudiado sucesivamente la proporción de cenizas (esquistificación), la de humedad (riego) y la de grado de finura. Para completar, pues, el estudio, se realizaron en esta cuarta serie unos ensayos en los cuales, después de iniciar una explosión, mediante polvos ricos en volátiles, se vió cómo se propagaba dicha explosión a través de un yacimiento de polvos de carbón de Bethume que tenía 14 por 100 de volátiles; se vió que en estas condiciones la explosión de la zona inicial se propagaba hasta el exterior, a través de la zona de polvos de carbón seco, con lla-

mas que se extendían en el exterior, longitudes variables de 10 a 65 metros, según la carga de la zona de propagación; sin embargo, ninguna de estas explosiones fué violenta, presentando varias de ellas las características de las explosiones oscilantes. Estos resultados mostraron que aun en minas cuyo carbón parece inapto para la producción de explosiones de polvos, hay que tener cuidado con los yacimientos de polvos que se puedan formar, ya que, si no para iniciarla, son aptos para propagar cualquier explosión inicial, sea de explosivos sea de grisú.

Estudiadas estas series de ensayos, pasaremos a lo más importante de los estudios de la cuarta serie, o sea a los ensayos referentes a las barreras de detención de explosiones por acumulación de materiales incombustibles o de agua, pero esto merece por su importancia capítulo aparte.

CAPITULO VIII

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN FRANCIA

(Continuación.)

Estudio de las barreras verificado en la cuarta serie de ensayos (1).—Por lo que hemos visto al hablar del riego y de la esquistificación, los resultados de los ensayos referentes a estos medios han dado resultados poco animadores, ya que se vió que, para lograr la detención de una explosión violenta, hubiera sido preciso disponer de proporciones tan considerables de agua o de polvos inertes que su aplicación resultaría difícilísima de realizar en la práctica ordinaria. Sin embargo, entre ambos métodos hay diferencias sensibles, en lo que se refiere a sus respectivas ventajas;

(1) Quatrième Série d'essais sur les inflammations, etc.

así, mediante el empleo del agua se ha logrado casi siempre la detención de la llama, con tal de emplear cantidades considerables de agua, mientras que con polvos inertes no ha sido posible conseguir la extinción, por muy elevada que haya sido la proporción de los mismos; estas diferencias no son difíciles de explicar, puesto que, mientras en las nubes de polvos levantadas en la zona de detención por las ondas preliminares los polvos de carbón se hallaban en libertad, aunque más o menos envueltos por los polvos inertes, en el lodo proyectado por las mismas ondas, en el caso del riego, los polvos se hallan más o menos aglomerados, estando, por tanto, el elemento combustible en un estado de división mucho menor; por otra parte, el agua, al contacto con la llama, se vaporiza, absorbiendo una cantidad considerable de calorías mucho mayor que las gastadas en calentar los polvos inertes; además, una vez vaporizada dicha agua, el vapor producido es un nuevo obstáculo a la propagación de cualquier combustión, y, por último, el agua tiene un poder extintor mucho mayor que los polvos inertes. Frente a estas ventajas del riego están sus múltiples inconvenientes, entre los cuales citaremos su vaporizabilidad, que hace que la ventilación de las labores vaya secando las zonas regadas, obligando a un constante y cuidadoso riego y a una vigilancia también constante; otro inconveniente está en que, empleada en las cantidades necesarias para conseguir la extinción, dicha agua encharca las galerías, entorpeciendo el transporte, dificultando, o por lo menos haciendo molesta, la circulación del personal, favoreciendo la producción de incendios espontáneos y poniendo en peligro las condiciones higiénicas de la mina, en la que, como es sabido, la humedad favorece el desarrollo de la anquilostomiasis. Los polvos inertes, por su parte, presentan la dificultad de un manejo más molesto y difícil que el del agua, sobre todo si se han de emplear a grandes dosis, que es únicamente cuando son eficaces y, de igual manera que

el riego, exigen una vigilancia atenta, para comprobar en todo momento que las condiciones de ininflamabilidad no han cambiado.

Por otra parte, si se consideran las causas que han podido intervenir en el relativo fracaso de los ensayos, acerca de los dos métodos de extinción, se ve que una explosión violenta es muy difícil de detener, porque la violencia de las ondas de aire que preceden a la llama, además de poner en suspensión nubes de la densidad requerida para la propagación, dan origen a la producción de grandes agitaciones en el medio en que se ha de propagar, favoreciendo esta propagación, como ya se ha indicado; además, el acabalgamiento de las zonas, ya citado en varias ocasiones, interviene también eficazmente para mezclar los polvos de la zona de detención con los de una zona anterior que tengan una proporción mucho más reducida de cenizas, disminuyendo así la proporción de estériles de aquella y reduciendo su facultad extintora.

Ante esto, se presentó al ánimo de los experimentadores la pregunta referente a cuáles procedimientos se podrían aplicar para detener una explosión violenta, o sea para reducir la velocidad de combustión, la explosión se detuviera por falta de polvos en suspensión. En contestación a dicha pregunta se procedió a pasar revista a los diversos medios que se podrían aplicar para conseguir este amortiguamiento. Para ello se puede obrar sobre las causas de orden físico, de las que depende la velocidad de combustión, o bien sobre el fenómeno mismo de la combustión, tratando de modificar la composición de la mezcla gaseosa, hasta lograr que no sea apta a la propagación de la llama. Para conseguir lo primero se pensó que un medio de modificar la velocidad era lógicamente actuar sobre las causas que producían la agitación del medio, y para ello se estudió la acción que sobre ella ejercían: la forma de las paredes de las galerías y el trazado de éstas, viéndose que las galerías

de paredes lisas ejercían una acción retardadora, mientras que no llegaba a ellos la llama, y que las galerías estrechas y tortuosas, en las cuales las ondas iniciales de aire encuentran más obstáculos a su libre propagación, producían un efecto retardador también, que se acentuaba si se intercalaban codos bruscos en el recorrido; también se estudió el efecto que produciría una obstrucción parcial de la galería, acerca de lo cual hemos dicho algunas palabras. En todo esto se creyó hallar un fundamento en qué basar un método preventivo de la propagación; pero, como es lógico, se pensó que lo que era eficaz contra las explosiones de polvo era perjudicial para la ventilación, ya que los codos y estrangulamientos presentarían dichas mismas dificultades a las corrientes de aire, destinadas a ventilar la mina, y, como se sabe, asegurar una buena ventilación es deber primordial del minero, ya que de nada serviría evitar el riesgo remoto de los polvos si por ello se caía en el no menos terrible del grisú, que se acumularía en las labores por falta de ventilación conveniente. Además, el trazado de las galerías, en la mayoría de los casos, responde a circunstancias obligadas que impiden el establecimiento de los codos y estrechamientos en cuestión.

Estas consideraciones llevaron a los experimentadores a dedicar su atención al otro punto a modificar, es decir, a obrar sobre el fenómeno mismo de la combustión, tratando de modificar la composición de la atmósfera gaseosa, buscando hacer totalmente impropio a la propagación el medio que ha de encontrar la llama en su recorrido y llegando en esto a límites que aseguren la perfecta inmunidad. Una solución consistía, al parecer, en modificar la composición del aire comburente en el momento de la explosión, y para ello se pensó en dispositivos que, obrando bajo la acción de la onda inicial, pusiesen en libertad gases tales como el anhídrido sulfuroso o el anhídrido carbónico, los cuales modificarían sensiblemente las condiciones de la atmósfera;

pero tales dispositivos presentaban el peligro de que pudiesen funcionar por cualquier causa distinta a la explosión, ya que tenían que ser muy sensibles al movimiento del aire, y no hay que pensar en el peligro que esto encerraba para la vida de los mineros. En esta dirección se pensó que una disposición que permitiera poner en un momento dado una gran masa de agua en contacto con la llama podría prestar grandes servicios, enfriando ésta, produciendo así su extinción por acción física y disminuyendo, además, al vaporizarse, la proporción de oxígeno en el aire.

Otra idea fué la de producir la extinción por disminución de la proporción de los productos combustibles, en relación con la masa total de productos en suspensión, para lo cual era preciso aumentar considerablemente, en un momento dado, la cantidad de materias incombustibles que no sólo absorbiesen calor, sino que también ejerciesen la acción de una pantalla a la radiación calorífica y entorpeciesen el desprendimiento de materias volátiles.

Para aplicar cualquiera de estas dos ideas hay que pensar que es preciso disponer de un medio que permita poner de un modo semi-instantáneo una gran cantidad de materiales incombustibles, sólidos o líquidos, en contacto con la llama, y que esta cantidad debe ser tal que se esté siempre por encima de las proporciones que muestran ser eficaces para la extinción. Ahora bien: si estos materiales estuviesen depositados sencillamente en el suelo o paredes de las galerías, se correría el riesgo de que la puesta en suspensión fuese sólo parcial. Eran, pues, precisos dispositivos especiales que asegurasen la puesta en suspensión rápida de los materiales incombustibles en la atmósfera de la galería y que lo hiciesen de modo que, accionados por la onda inicial, la suspensión se produjese de manera que al llegar la llama se encontrase con el máximo de materiales extintores. A ello responden los medios llamados «barreras

de detención» (*ârrêts-barrages*), que vamos a estudiar en detalle. Antes de ellos nos ocuparemos brevemente de unos ensayos que constituyeron el fundamento de la idea de aquéllos, o sean los realizados con obstrucciones parciales:

1.º *Obstrucciones parciales.*—En estos ensayos se quiso comprobar el efecto de las obstrucciones que disminuían en algún punto la sección de la galería; para ello se dispuso una barrera o tabique de tierra arcillosa en los últimos 10 metros de galería, estando ésta cargada con una cantidad de polvos que constituían un yacimiento perfectamente apto a la propagación de la explosión; dicha barrera ocupaba en ensayos sucesivos un cuarto, un tercio y los dos tercios de la sección de la galería. En el primer caso la violencia de la explosión pareció aumentada, subiendo la presión junto a la barrera a nueve kilogramos; pero en los otros dos se observó una reducción muy sensible en la velocidad de la llama y una baja considerable en las presiones; en todos los casos la llama, que en un ensayo de igual yacimiento, pero sin obstrucción, hubiese salido al exterior 50 ó 60 metros (ensayo 277), sólo salió de cuatro a cinco metros, apareciendo, además, casi ahogada por los materiales del tapón que la onda inicial había puesto en suspensión en gran cantidad. En vista de estos resultados se realizaron otros ensayos con obstrucciones colocadas a los 170 metros del fondo de la galería, estando ésta ocupada por yacimientos importantes de polvo que se extendían sobre las obstrucciones y entre éstas y el orificio, constituyendo así en esta última parte una especie de *zona receptora*. En estos ensayos, en número de siete, se observaron cinco casos claros de detención de la llama, aun con distintos valores de obstrucción y de longitud de ésta, pero estando la misma constituida por tierra, mientras que en los otros dos ensayos, en los que la obstrucción, más importante además que en los anteriores, estaba constituida por cenizas de calderas, la llama pasó aunque en extensión relativamente

corta y apareciendo rodeada por una nube de polvos estériles, dando la impresión de que no era capaz de producir una propagación de la explosión a zonas favorables posteriores. Se observó que en todos los casos la puesta en suspensión no había sido nunca más que parcial; pero los experimentadores se sintieron satisfechos al ver que, a pesar del mal coeficiente de utilización, se había logrado cortar la llama de explosiones más importantes que aquellas en las que no se había logrado nada mediante el riego o la esquistificación.

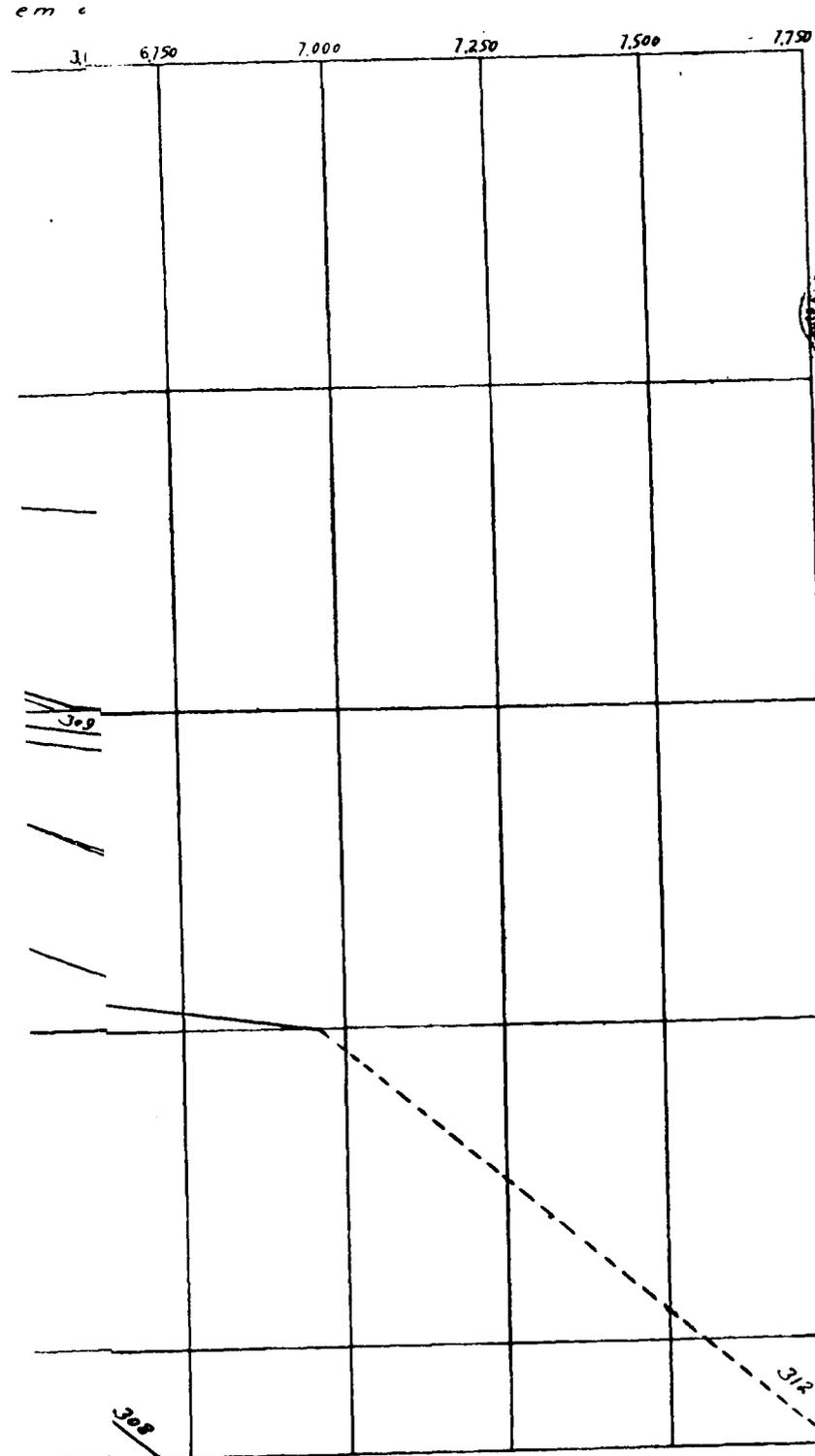
2.º *Influencia de las causas de enfriamiento.*—Como ensayos de indole análoga fueron los realizados con los números 397 y 398, en los que se ocupó totalmente la sección de la galería, en una zona de cinco metros de longitud situada a los 150 metros del fondo, mediante tubos viejos de calderas, sin bridas y de un diámetro interior de 10 centímetros. De estos ensayos, en uno de ellos el yacimiento estaba constituido por cinco metros de polvos de una hora de pulverización, como cebo inicial, y de un yacimiento uniforme en toda la longitud de la galería de polvos de quince minutos; en el otro ensayo, después de la zona inicial de cinco metros, el yacimiento estaba constituido por polvos de treinta minutos, reproduciendo así, salvo los tubos, las condiciones del ensayo 287, que había producido el estallamiento de la galería. La acción de los tubos fué perfectamente marcada, ya que en el primer ensayo la llama no pasó de la zona ocupada por los mismos y en el segundo la atravesó, saliendo 30 metros al exterior, pero sin violencia y sin que se observasen en el interior presiones ni velocidades elevadas. Estos resultados hicieron pensar a los experimentadores en que los tubos se comportaban, respecto a la llama de la explosión de polvos, de igual manera que un tamiz metálico se comporta con la llama del grisú y que, de igual manera que la de éste, pasaba a través del tamiz a partir de una velocidad de la corriente gaseosa,

para la cual la acción refrigerante de la tela era insuficiente, el número de calorías absorbidas por los tubos al paso de la explosión de polvos era insuficiente para extinguir la llama de ésta, a partir de una cierta velocidad de la nube de polvo. Estos ensayos fueron muy animadores; pero desgraciadamente los medios de extinción, que de ellos se deducían, no eran aplicables a la práctica sin una complicación considerable, a causa de la obstrucción que crearían los tubos en la galería. De todas suertes, de estos ensayos se dedujo una conclusión práctica, ya que mostraban que la multiplicación de las superficies de enfriamiento era favorable a la extinción de la llama.

3.º *Esquistificación concentrada.*—Visto el resultado favorable de las acumulaciones de materiales incombustibles, en forma de obstrucciones de la galería, y queriendo utilizar en la práctica estas ventajas, sin la desventaja casi insuperable que significaba la obstrucción de la galería para la circulación y el transporte, así como el entorpecimiento que ello significaría para la buena ventilación, se estudió por los experimentadores de Lievin un medio que permitiera la utilización de dichas acumulaciones sin la interrupción de la galería.

Para ello se pensó en depositar los materiales acumulados en espacios comprendidos entre las paredes de las galerías y otras paredes ligeras, colocadas paralelamente a ellas y constituidas por tablas que bajo la acción de la onda de explosión se cayesen, dejando en libertad a los materiales acumulados detrás de ellos. Los ensayos realizados en este sentido mostraron que en unos casos se obtenía la detención prematura de la llama, debido a la acción de obstrucción producida por la caída de los tabiques en cuestión, mientras que en otros hubo pasos de llama, debidos, sin duda, a la liberación insuficiente de los materiales depositados entre las dobles paredes.

En vista de estos resultados se pensó en otro medio que



permitiese una liberación más completa y segura de dichos materiales, y para ello se emplearon una especie de estantes, formados por tablas colocadas a lo largo de las paredes de la galería y unas superpuestas a las otras, en las cuales se depositaban los materiales en cuestión. Los ensayos se realizaron colocando, en una longitud de 10 metros, cuatro tablas superpuestas en cada costado de la galería y cargando en ellas, por metro lineal de galería, 200 litros de polvos estériles, o sea dos metros cúbicos en la longitud total del espacio de la acumulación, lo que da para ésta unos 700 litros por metro cuadrado de sección de la galería. Los resultados obtenidos se exponen en las curvas de la figura 21. En todos ellos la disposición del yacimiento de polvos era tal que se buscaba producir explosiones de gran violencia, puesto que se esparcían los polvos puros, no sólo en los 170 metros de galería anteriores a la acumulación, sino también en el suelo de la región ocupada por ésta y en los 50 metros que quedaban de ella a la salida de la galería. Se observará, por lo tanto, que las explosiones provocadas debían ser de mayor violencia que en los diversos casos estudiados en la esquistificación y que la longitud de la zona residual de la galería, en la cual se debía producir la extinción de la llama, era muy reducida (50 metros). Igualmente los experimentadores hicieron variar el grado de pulverización de los polvos para producir explosiones de diversas violencias, con el fin de estudiar los comportamientos de la disposición de detención en todos los casos que se podían presentar en una mina.

En estos ensayos se observó de una manera general que siempre que la explosión se desarrollaba de una manera franca, el dispositivo de detención actuaba eficazmente (ensayos 306, 307, 313 y 310), pero que cuando la explosión se iniciaba débilmente, sólo se lograba la obtención de explosiones oscilantes, en las que la llama, la mayoría de las veces, salía al exterior, ya que en casi todos estos casos

uno de los avivamientos de la explosión ocurría en las proximidades de la acumulación de materiales inertes, y, como había habido antes una especie de parada, se encontraba con que la atmósfera no estaba cargada de dichos materiales en suspensión (ensayos 308 y 312), pero en aquellos casos en que no coincidía el avivamiento con la región de la acumulación podía ésta ser eficaz (ensayo 309). Análogas conclusiones se dedujeron de los ensayos 315 a 319.

Con el fin de ver el modo de evitar el peligro que presentaban para la extinción las explosiones oscilantes se realizaron otros ensayos, en los cuales la zona de detención se fraccionó en dos, cada una de cinco metros de longitud y espaciadas, primero 10 metros y después 20 metros; mediante esta disposición se logró atenuar la producción de las explosiones oscilantes, con lo cual se obtuvieron extinciones que en otro caso no se hubieran logrado (ensayos 320, 321 y 323).

Como consecuencia, se pudo establecer que, con las reservas necesarias a la débil zona que quedaba entre la acumulación y el orificio de la galería, el dispositivo estudiado había dado resultados muy satisfactorios para aquellas explosiones que no se iniciaban con extremada lentitud. En el caso de estas últimas se le debía reprochar una aptitud insuficiente para la puesta en suspensión de los materiales.

Otro medio de esquistificación concentrada consistió en la disposición de los polvos estériles en tablas, situadas transversalmente a la galería y en la corona de ésta, con el fin, no sólo de conseguir una proporción mayor de materiales puestos en suspensión, sino también pensando que por dicho medio se obtendría un rendimiento mejor de los materiales, ya que éstos caían desde la parte superior de la galería sobre los polvos combustibles, en suspensión en la atmósfera de la misma, precipitándolos sobre el suelo y recubriéndolos en éste. La disposición elegida fué la de

colocar 10 plataformas, de tabla de 37 centímetros de ancho y 1,60 metros de largo, sobre las cuales se colocaba una capa de materiales estériles de 20 a 25 centímetros de espesor y que estaban colocadas de tal modo que aun quedaba, por encima de dichos materiales y entre ellos y el techo de la galería, un espacio libre para favorecer la puesta en suspensión. Los materiales inertes empleados fueron cenizas de calderas, trituradas someramente, como las que se emplean para la fabricación del mortero, y en otros casos sin triturar, tal como se recogían.

Después de un primer grupo de cuatro ensayos, realizados espaciando las plataformas cinco metros, en una zona situada entre los 100 y los 150 metros del origen y en los cuales se consiguió en todos los casos la detención de la explosión, aunque unas eran lentas y otras violentas, se procedió a la gran serie de ensayos, en los cuales las plataformas se colocaron con un espaciamiento de un metro de eje a eje, empezando a partir de los 150 metros del origen o fondo de la galería. Los resultados de estos ensayos están expuestos en la figura 22, que da las curvas de velocidad de la llama en cada uno de ellos. En estos ensayos, como se ve por el cuadro unido a la figura en cuestión, se han realizado numerosas combinaciones de yacimientos, componiéndolos con polvos más o menos finos y haciendo que el fondo de la galería sea más o menos estanco; en ocasiones se han puesto al principio polvos más finos, para encebar con mayor seguridad la explosión, seguidos por polvos más gruesos, con el fin de disminuir la marcha de la misma, disminuyendo así la importancia de las ondas iniciales de aire y exagerando en consecuencia el riesgo de paso de la llama, por puesta insuficiente en suspensión de los materiales estériles; aun en ocasiones se ha aumentado la dificultad en algunos ensayos, disponiendo, después de la barrera, una zona de polvos muy finos y abundantes, con el fin de dar en lo posible más probabilidades a la llama para propagarse.

A pesar de todo, sólo ha habido dos ensayos, de los 28 realizados, en los cuales se haya observado la salida de la llama al exterior. Se observará, por la inspección de la figura, que los ensayos se pueden separar netamente en dos grupos diferentes, según que se trate de explosiones francas, en las que la llama ha llegado a la cota 150, o sea a la barrera, en menos de 2'',75, y aquellos otros lentos o con oscilaciones, en los que el recorrido hasta dicho punto ha sido mucho mayor; la discontinuidad así observada es debida a las oscilaciones de estas últimas explosiones. Según que se trate de un tipo o de otro de explosiones, lo sucedido ha sido totalmente diferente.

Así, mientras que en las explosiones francas las ondas iniciales de aire han limpiado casi por completo las tablas de su depósito de polvos estériles, con aumentos de presión considerables hasta llegar a la barrera y grandes destrozos en éstas, rompiendo las tablas y sus apoyos, proyectándolas a veces fuera de la galería en una longitud considerable y desmenuzándolas a veces, hasta el punto de que se observó en el exterior una lluvia abundante de pequeñas astillas, y habiéndose cortado la llama en todos los ensayos, menos uno, y en éste a causa de las condiciones severísimas que se habían preparado para el mismo; en las explosiones oscilantes, por el contrario, las ondas iniciales han sido mucho más débiles y no han puesto en suspensión si no una parte de los materiales estériles depositados sobre las tablas, aunque siempre en mayor proporción que lo observado en el caso de los estantes laterales, no habiéndose observado rotura de tablas y viéndose que los estériles puestos en suspensión se habían depositado en el interior de la galería a partir de la barrera en un lecho uniforme cuyo espesor variaba, según los casos, de uno a cuatro centímetros y formando así una zona de esquistificación que, si bien débil para la detención de una explosión violenta, era suficiente para explosiones como las del grupo que nos ocu-

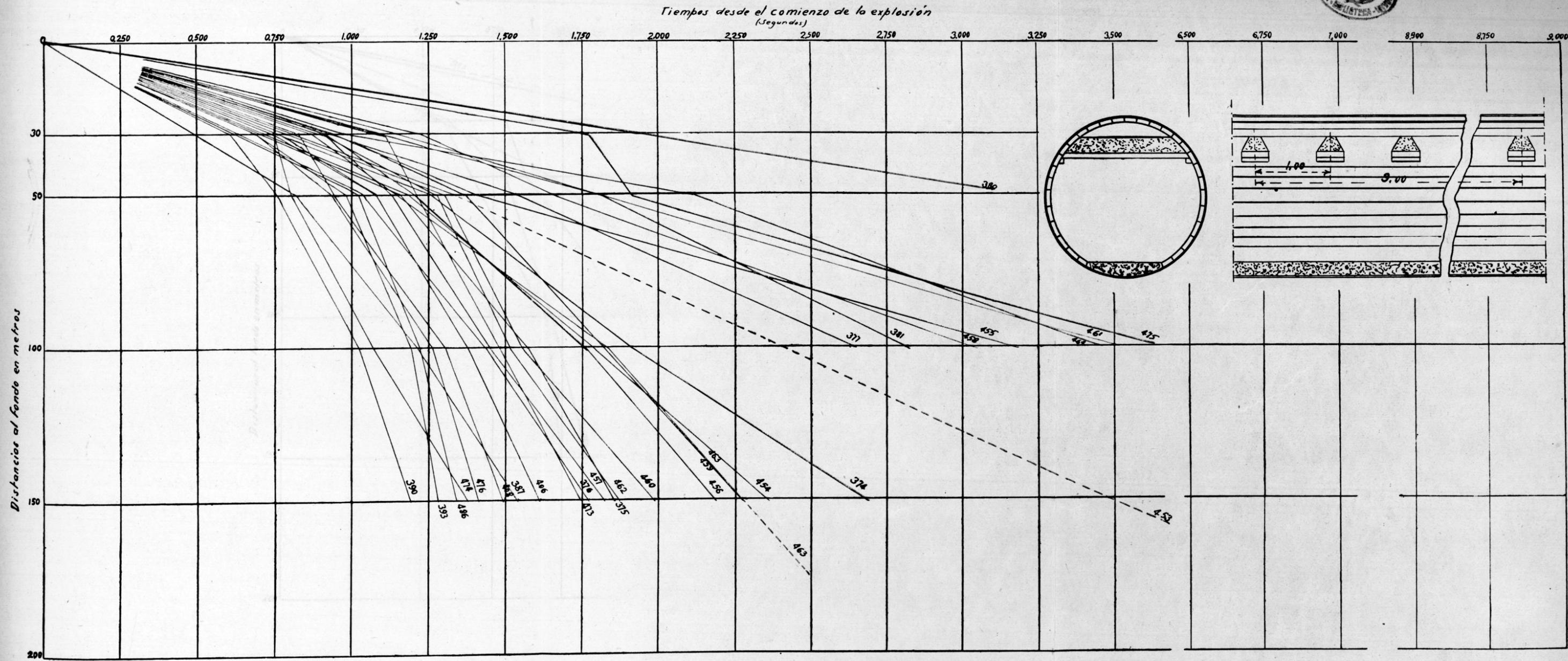
pa; en este grupo no ha habido tampoco más que un paso de llama, en el cual un defecto de propagación inicial ha dado lugar a una explosión de violencia intermedia.

Por último, y para terminar esta parte importante de los ensayos, se realizaron otros, en los cuales, en vista de los resultados tan animadores dados por la acumulación de materiales sólidos estériles, se pensó que debía suceder análogamente con acumulaciones de agua, ya que el poder extintor de ésta es mucho mayor que el de los estériles. Para ello, sobre las mismas tablas empleadas para depositar los polvos estériles, se dispusieron depósitos de agua de sección semicircular, pero en los que el equilibrio era inestable, de un metro de longitud y una capacidad de 25 litros; las ondas iniciales de aire producían el basculado de estos depósitos y, a consecuencia, la caída del agua en cortina líquida desde la parte superior de la galería. En los seis ensayos de este grupo (fig. 23), salvo uno, en el que ha habido falla de propagación, habiéndose detenido la llama a los 65 metros del origen, la detención de la llama ha sido general, a pesar de haber entre ellos explosiones lentas con oscilación (384), otra lenta, pero franca (373), otras de violencia media (388) y otras dos, en fin, violentísimas, que por su yacimiento fueron los más violentos de la cuarta serie (389 y 391) y en las que, de no haber habido extinción, hubiera sido seguro el estallamiento de los últimos trozos de galería. Los efectos dinámicos sobre las barreras han sido considerables en los cuatro últimos ensayos, llegándose a observar la casi pulverización de varios de los depósitos.

Como resumen de todos los ensayos realizados con las barreras, sea de agua, sea de materiales incombustibles, establecieron los investigadores que su eficacia es mucho mayor que la de cualquier otro de los métodos estudiados, siendo, además, de realización y de vigilancia más fácil y cómoda, lo que es particularmente importante, manteniéndose, además, durante mucho tiempo en el estado de efica-

cia en que se los ha establecido, y, por tanto, que son recomendables en alto grado. Sin embargo, establecían, además, que no se debía creer que el grado de seguridad dado por ellas era absoluto, cualesquiera que fuesen las condiciones de la mina y de la explosión, exponiendo su opinión de que era preciso gran número de ensayos y estudios teóricos muy completos para llegar a obtener si era posible dicha seguridad. Además, llamaban la atención acerca de que su empleo no debía hacer olvidar las precauciones encaminadas a impedir la producción de una explosión, ya que éste es el medio más seguro de salvar las vidas de los que trabajen en una mina polvorienta, y que, si la explosión ha tomado ya un cierto desarrollo, el empleo de los medios de detención es de un cierto carácter aleatorio.

A continuación de la exposición de los ensayos realizados en la cuarta serie, Mr. Taffanel exponía la teoría de las explosiones, tal como había sido establecida por sus estudios, así como la aplicación de la misma a algunos de los ensayos realizados en dicha serie. Su exposición no tiene lugar apropiado en esta Memoria, y, por ello, nos limitaremos a copiar las conclusiones generales deducidas de ello por su autor, pero no en este capítulo, sino en aquel en el que haremos el resumen de todos los trabajos realizados en la estación de Lievin y en otras estaciones inglesas y americanas.



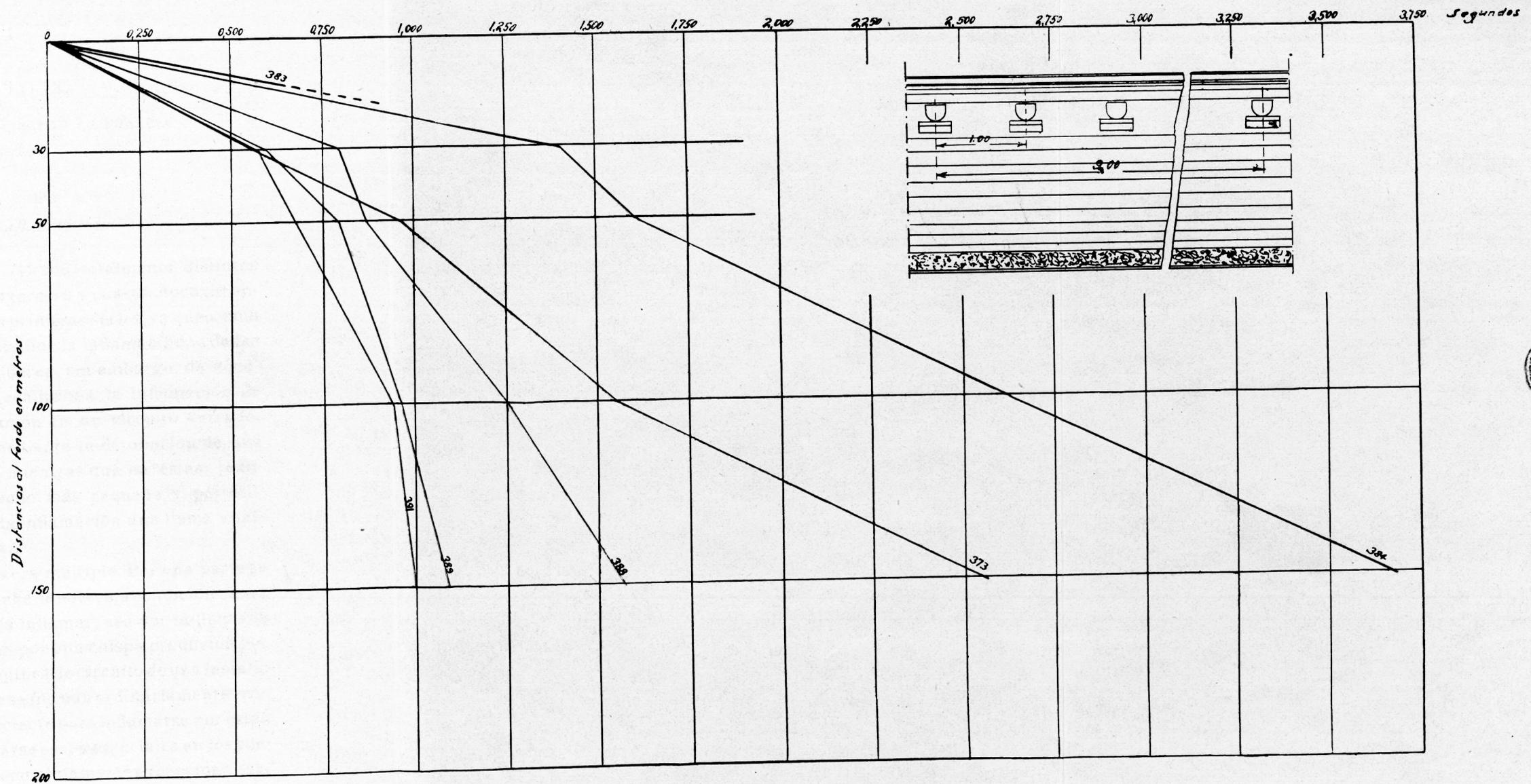


Fig 23 - Acumulaciones de agua

CAPITULO IX

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN FRANCIA

(Continuación.)

QUINTA SERIE

Ensayos de inflamabilidad.

Los trabajos de esta serie (1) son totalmente distintos de los realizados en las series tercera y cuarta, aproximándose en cambio a los de las dos primeras series, ya que, como aquéllos, tienen por objeto estudiar la inflamabilidad de las nubes de polvos de carbón; difieren, sin embargo, de aquéllos en que en estos últimos realizaban la inflamación de nubes formadas, y en circulación en un circuito cerrado, y a las cuales se inflamaba mediante la detonación de una pequeña carga de explosivo, mientras que en éstas, realizadas en un instrumental mucho más pequeño y portátil se empleaba como causa de la inflamación una llama cualquiera o una chispa eléctrica.

El objeto de estos ensayos era múltiple. Por una parte se trataba de averiguar si una nube de polvos, a condición de ser de densidad elevada, se podía inflamar, sea por la llama de una lámpara descubierta, sea por una chispa producida por un cortocircuito o por una ruptura de circuito de una instalación eléctrica. Las nubes que se forman ordinariamente en la mina no tienen densidad suficiente para inflamarse por estas causas, pero pueden presentarse casos especiales en los cuales se formen de una manera completamente excepcional; tales son, por ejemplo, la caída de una gran cantidad de carbón

(1) Cinquième Série d'essais. Publicación del Comité Central des Houillères.

por una chimenea y el escape de un tren de vagones por un plano inclinado, en la base del cual el choque violento y el descarrilamiento de los mismos puede dar origen de una manera momentánea a la formación de una nube espesísima. (A esta causa ha sido atribuída la catástrofe que ocurrió el 6 de diciembre de 1907 en la mina de Monongah (Estados Unidos), en la que murieron 362 hombres y que ha sido así la más mortífera de las explosiones de polvos después de la de Courrières.) Otro de los objetos era adquirir una idea más completa de las explosiones de polvos, ya que el fenómeno elemental de la explosión no es otro que una combustión más o menos rápida de los polvos combustibles. Por último, un tercer objeto, y no el menos importante, era el de determinar un método de ensayo de los diversos polvos que fuera fácil de aplicar y rápido, con el fin de permitir la realización de numerosos ensayos. Como se comprende, los ensayos en galería son largos y complicados, por lo que su número tiene que ser forzosamente muy limitado; además, para llevarlos a cabo precisa disponer de cantidades considerables del polvo a ensayar, y, por tanto, si se quiere determinar el grado de peligro de una mina determinada, de una manera rápida, es preciso realizar un ensayo sencillo que pueda ser comparado con el realizado con algunos polvos tipos, y permitir, por consiguiente, por dicha comparación, deducir el grado de peligro relativo de la mina estudiada.

Para resolver todas estas necesidades los experimentadores de Lievin, después de revisar todos los estudios y experimentos realizados acerca de la inflamabilidad de los polvos por diversos investigadores de todos los países industriales, pasaron a estudiar el fenómeno por su parte y llegaron al establecimiento de dos métodos de ensayo rápido, que describen en su informe sobre la quinta serie. Estos métodos reposan sobre el empleo de dos aparatos distintos, que llamaron *Tube a poussières* e *Injecteur a poussières*,

respectivamente. Describiremos brevemente estos dos aparatos:

1.º *Tube a poussières*.—Consiste este aparato (fig. 24) en un pequeño tubo de porcelana A, de 10 centímetros de longitud y 25 milímetros de diámetro interior, caldeado hasta una temperatura determinada, sea mediante un soplete, sea mediante un pequeño horno eléctrico; a través de este tubo se sopla, por la acción del aire, comprimido a 30 milímetros de mercurio y contenido en el frasco P, una pequeña porción pesada de polvos, que forma un tapón O

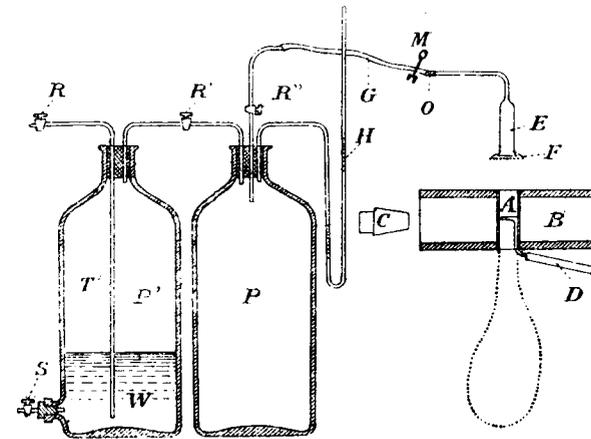


Fig. 24.—Tube a poussières.

en la prolongación estrechada de un tubo con embudo E, cerrado por un tamiz de tela metálica muy fina F. El estudio se realizaba determinando las temperaturas de inflamación de diversos polvos, para lo cual en el interior del tubo A estaba dispuesto un par termoelectrico D o registrando mediante la fotografía el aspecto y extensión de las llamas producidas. En ambos casos se veía la influencia que ejercían, tanto en la temperatura de inflamación como en la longitud y volumen de la llama, el grado de pulverización de los polvos ensayados y el contenido en materias volátiles de los mismos.

Después de numerosos ensayos, los experimentadores han establecido que este aparato era susceptible de dar indicaciones útiles acerca del grado de mayor o menor peligro que presentaban los diversos polvos de carbón, con tal de que se tomasen en su manejo una serie de precauciones establecidas por ellos, permitiendo así obtener una clasificación de los diversos yacimientos de polvos, según su grado de peligro relativo.

Por otra parte, su manejo ha permitido aclarar algunos puntos oscuros del fenómeno de combustión de los polvos. Entre ellos, han aclarado el papel que desempeñan las materias volátiles de los polvos ensayados, probando que por muy rápido que sea el paso a través del tubo de 10 centímetros de largo de los polvos ensayados, y aun cuando el caldeo sea insuficiente para provocar la inflamación, se experimenta una pérdida muy sensible en las materias volátiles, hasta el punto de que los gases desprendidos son susceptibles de formar mezclas explosivas en la zona de máximo caldeo, lo que viene a aclarar de una manera definitiva la duda que había acerca de este punto, probando que las materias volátiles intervienen, no sólo por su participación en una combustión ya empezada, sino también por su presencia libre, desde el origen de la combustión.

Se ha probado también mediante este aparato la influencia de los polvos estériles mezclados a los polvos carbonosos, confirmando así de nuevo los resultados obtenidos en la práctica de las explosiones.

Por último, se ha podido estudiar también el efecto que ejerce sobre los polvos carbonosos el tiempo que media desde su producción hasta su inflamación, resolviendo así la discusión existente acerca del mayor o menor peligro que presentan los polvos viejos, comprobando, como se esperaba ya por los resultados de estudios de carácter químico, que los polvos viejos son menos peligrosos que los recién producidos.

2.º *Injecteur a poussières.*—Este aparato se estableció con el mismo objeto que el que acabamos de describir para poder realizar estudios análogos, pero en escala más grande.

Consiste, como se ve en la figura 25, en un tubo de forma cónica de 72 centímetros de diámetro en el orificio o base y 25 centímetros de diámetro en el otro extremo, correspondiente al vértice; la longitud total es de tres metros. Este tubo está comunicado, por su extremo más estrecho, con una canalización por la que se puede soplar aire mediante un pequeño ventilador que da una presión de 75 centímetros de agua. A esta canalización llega el polvo a ensayar mediante una especie de embudo F, al cual cae

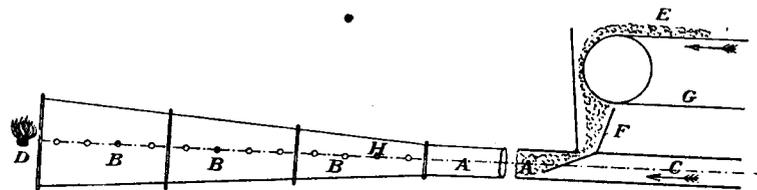


Fig. 25.—Inflamador o inyector.

conducido por una pequeña cinta transportadora E, en la cual ha sido repartido del modo más uniforme posible. Por este medio se sopla en el tubo cónico una nube de polvos, cuya densidad puede regularse mediante la mayor o menor abertura del fondo del embudo F y la mayor o menor velocidad de la cinta transportadora. Esta nube así formada se inflama a la salida del tubo por contacto con una lámpara de fuego libre o un hachón encendido.

Se probó, ante todo, la facilidad con la que se inflamaba una nube de polvos, ya que se consiguió inflamarlas con una vela. Una vez la inflamación producida, se veía que la llama continuaba; es decir, que la mezcla que salía por el tubo continuaba ardiendo de una manera continua, con tal de que la proporción de polvo y aire estuviese bien regula-

da. Mediante orificios practicados en el tubo cada 25 centímetros se veía hasta dónde llegaba la llama en el interior del tubo y se podía medir la velocidad de propagación o de combustión, así como igualmente la temperatura de la llama en diversos puntos, y tomar muestras de los gases producidos.

En la figura 26 damos una vista de la llama tal como se producía con este aparato.

Los ensayos realizados con el aparato que nos ocupa

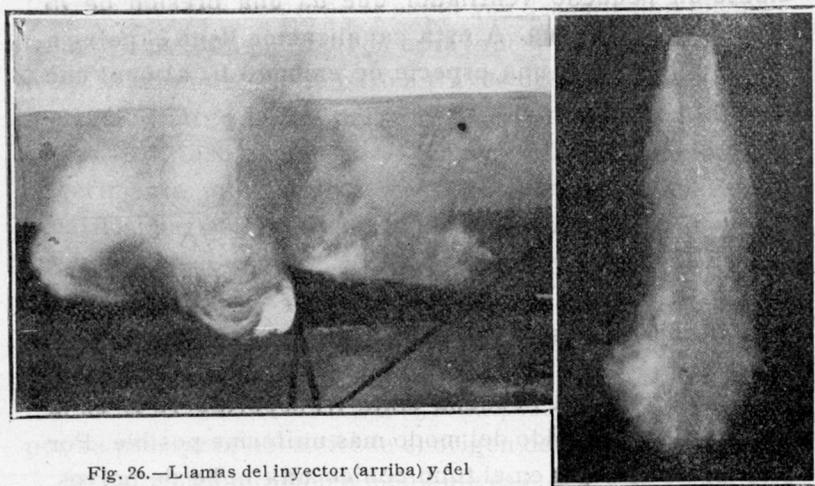


Fig. 26.—Llamas del inyector (arriba) y del tubo (derecha).

han sido muy numerosos y de ellos han sacado los experimentadores numerosas conclusiones, que pueden referirse a tres órdenes distintos de ideas: posibilidad de inflamación de las nubes de polvo por diversas causas de calor, clasificación de los polvos por su inflamabilidad relativa e investigaciones teóricas acerca de los fenómenos de la combustión.

Por lo que se refiere al primer orden, las experiencias han permitido sentar una conclusión de verdadera importancia práctica, cual es la de que, a pesar de cuanto se

había establecido por diversos investigadores, las nubes de polvos pueden ser inflamadas por una causa de calor diferente de la producida por la detonación de un explosivo o de una mezcla grisúosa. Claro está que también han mostrado en este punto que dicha inflamabilidad es más difícil con una llama de una antorcha o de una lámpara que con la de un explosivo; pero esto es cuestión de densidad de nube, y si bien en la mayoría de los casos nubes de la densidad que ha mostrado ser necesaria para ser inflamadas por una antorcha (200 gramos por metro cúbico) no se producen fácilmente en las minas, no es menos cierto que en casos excepcionales pueden ocurrir (vuelco de una vagoneta en un pozo, ruptura de un cable de extracción, escape de vagones en un plano inclinado), como lo muestran, no sólo la ya citada explosión de Monongah, sino también las de Rocksprings, en Wyoming, y Starkville, en Colorado, ambas en los Estados Unidos.

De ello dedujeron los experimentadores que las lámparas ordinarias de llama desnuda eran peligrosas, aunque en grado reducido, en las minas polvorientas y que no se podía afirmar con seguridad que no lo fuesen las de seguridad, porque en un caso, excepcional desde luego, habían observado una inflamación por dicha causa.

En lo referente a la clasificación de los yacimientos de polvos, el inyector puede ser considerado como apto para realizar ensayos de comparación de diferentes polvos, a condición de que no se tomen sus resultados en absoluto, sino en relación unos con otros.

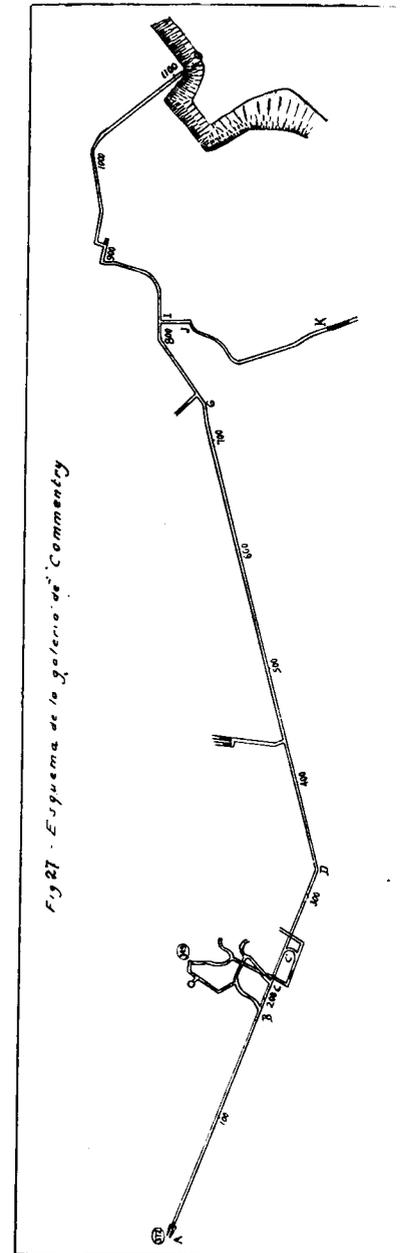
Por último, respecto al estudio de los fenómenos de la combustión, el inyector, al permitir a un observador el mantener frente a sí durante un tiempo largo una llama de polvos, análoga en forma y dimensiones a la que se produce en la galería y afectada por movimientos y remolinos análogos, le proporciona un medio precioso para proceder a su estudio.

Las experiencias de Commentry (1).—En los resultados obtenidos en la galería de Lievin acerca de las explosiones de polvos y de los diversos fenómenos con ellas relacionados se hizo siempre por los experimentadores, al sentar sus conclusiones, una reserva motivada por las condiciones de dicha galería que, como toda obra artificial, no podía nunca, a pesar de tratarse de una instalación magnífica, asimilarse con toda exactitud a los trabajos subterráneos de una mina, en la que existen siempre numerosos cambios de sección y de dirección en las galerías y en las que éstas están unidas a otras muchas labores de índole diversa y de forma y dirección totalmente arbitraria, que, además de proporcionar a la llama de una explosión múltiples orificios de paso, pueden constituir cámaras de expansión para los gases de la misma.

Por ello, la opinión de Mr. Taffanel era, al terminar la cuarta serie de ensayos, que se hacía preciso hallar el modo de comprobar si los fenómenos observados en la galería de Lievin eran aplicables a los trabajos mineros, o si había que hacer intervenir algún coeficiente agravatorio o atenuatorio para hacer aplicables a las minas las conclusiones de Lievin. Para ello se aprovechó un ofrecimiento de la Sociedad de Commentry, Fourchambault & Decazeville, la cual disponía de unos trabajos mineros abandonados y próximos a inundarse, entre los cuales se podía aislar una galería, a la cual las aguas no llegarían sino algunos meses después de dicho ofrecimiento, y se decidió realizar en ella unos ensayos de comprobación de los resultados de Lievin.

La galería de Commentry (fig. 27) tenía una longitud de 1.115 metros, teniendo dos comunicaciones con el exterior: una, A, mediante una bajada de 325 metros de largo, y

(1) Les expériences de Commentry sur les inflammations de poussières. Ann. Min., 1914.



otra, O, en el flanco de una trinchera. La galería presentaba diversos cambios de dirección y estaba comunicada con diversos trabajos de la mina, de los cuales se la aisló mediante tabiques resistentes, salvo en B, C y C', donde estaba comunicada con una pequeña red de trabajos, y en I, donde se unía con una labor en fondo de saco, constituida por una subida IJ y una galería de nivel JK, con una longitud total de 180 metros y aislada del resto de los trabajos mediante un fuerte tabique en K. La sección de dicha galería era variable, si bien en la mayoría del recorrido era de cinco a seis metros cuadrados, aumentando en algunos lugares a 8,70 metros cuadrados y siendo sólo de 3,50 metros cuadrados en los últimos 100 metros de recorrido para llegar a la salida O. El sostenimiento de esta galería era de cuadros de madera, espaciados 0,60 metros en los primeros 500 metros a partir de A y más distantes en el resto de la longitud. El suelo de la galería era poco firme y desmenuzable, por lo cual, aun después de realizado en ella un barrido para limpiarla, la circulación del personal no tardaba en producir de nuevo polvo incombustible. Cuando el tiempo estaba seco la galería no era húmeda, pero si había lluvias algo continuadas, las infiltraciones, a través de grietas del terreno y por los trabajos antiguos, producían un grado algo considerable de humedad.

Para los servicios de esta galería, durante los ensayos, se dispuso en la parte superior de la bajada que empezaba en A, y fuera desde luego de la galería, un torno de vapor que estaba protegido mediante un merlón de mampostería, que atravesaba en túnel la boca de la galería y que se rellenaba con sacos de arena, aislándolo así de los trabajos durante las explosiones. La ventilación de la galería era natural, merced a la diferencia de nivel entre sus dos salidas; en tiempo normal pasaban de tres a cuatro metros cuadrados de aire por segundo.

Los ensayos se realizaron con polvo de carbón de Lie-

vin, o sea con el mismo empleado en los ensayos de la galería de ensayos. Su pulverización era muy sumaria, hasta el punto de dar un rechazo de 60 a 70 por 100 al tamiz 200 y de presentar granos de hasta uno y dos milímetros de dimensión. En los ensayos se le adicionaba, en mayor o menor proporción, según la idea a realizar, con cenizas de calderas. La inflamación inicial se conseguía, como en Lievin, por una zona de cinco metros de polvos muy finos de una hora de pulverización. Para provocar la inflamación se empleó el tiro de barrenos sin atacado; pero como los morteros de Lievin de acero eran muy valiosos y no se quería correr el riesgo de que un hundimiento de verdadera importancia produjese su pérdida se emplearon unos cañones «de fortuna» fabricados simplemente por un trozo de acero («masselotte» de una gruesa pieza de artillería) suministrado por una Sociedad y en el cual se perforó un agujero de 60 centímetros de profundidad y 40 milímetros de diámetro; el tiro se hacía desde la superficie eléctricamente.

Para las medidas de los efectos de las explosiones no se emplearon todos los aparatos de Lievin por la misma razón que acabamos de exponer, puesto que era peligroso colocar en el interior de trabajos que se podían hundir por completo aparatos tan costosos como los registradores Carpentier. Se suplió el empleo de aparatos delicados por una multiplicación extraordinaria de las medidas realizadas por medios de fortuna. Así, para los recorridos de llama se colocaban sobre los cuadros de entibación copos de fulmicoton, que se quemaban solamente en los puntos a que llegaba la llama. Para las presiones se emplearon crushers, sondas Thomson y sondas de presión, agrupadas en diversos lugares y taradas para diversas presiones, según hemos ya explicado se hacía en Lievin; también se empleaban los circuitos que se rompían por explosión de un pequeño fulminante al paso de la llama; todos estos aparatos estaban

unidos por hilos eléctricos a los observatorios exteriores, situados frente a los orificios A y O. Se emplearon también unos aparatos sencillos para determinar la ley de las velocidades y de las ondas iniciales de aire.

En los ensayos de detención de explosiones se probó una barrera de agua, proyectada por Mr. Taffanel y que tenía por objeto realizar la acumulación de una gran cantidad de agua, que funcionase, además, fácilmente bajo la acción de las ondas de aire de poca violencia y en la cual la caída del agua, en lugar de efectuarse bruscamente y de un solo golpe, se prolongase durante un tiempo apreciable. El aparato estaba constituido esencialmente por dos depósitos rectangulares de chapa, de paredes verticales y fondo plano, suspendidos, mediante cadenas, de las *trabancas* de la entibación; cada depósito tenía 2,50 metros de largo, un ancho igual al de la galería y una capacidad aproximada de 700 litros de agua; el espacio ocupado no llegaba al 15 por 100 de la sección de la galería y la combinación de los depósitos permitía realizar una acumulación de agua de 300 a 350 litros por metro cuadrado de sección. En cada depósito las dos paredes perpendiculares al eje de la galería se podían rebatir, alrededor de charnelas especiales fijadas al fondo, y estaban sostenidas en posición mediante una varilla que por medio de un sencillo dispositivo era sensible al paso de una onda inicial de aire de intensidad regulable. Cuando esta varilla no obraba, la presión del agua sobre las paredes hacía que éstas cayeran, provocando el derrame del agua en cortina líquida del ancho de la galería. Los depósitos estaban divididos en tres compartimientos, con el fin de conseguir, mediante un artificio debido también a Taffanel, una lentitud mayor en el vaciado.

No entraremos aquí en el detalle de los ensayos realizados en esta galería, porque nos alargaría considerablemente el capítulo, y nos limitaremos a dar el resumen de

ellos y las conclusiones deducidas, que es lo más interesante.

Los ensayos de Commentry han versado sobre la inflamación inicial de los polvos, la aptitud a la propagación de los yacimientos y las leyes del desarrollo y detención de las explosiones.

En un primer grupo se estudió la influencia de las disposiciones de galerías sobre la facilidad de producción de una explosión de polvos, habiendo dado una nueva confirmación a la idea de la influencia de las depresiones que se puedan producir en las proximidades del punto inicial. En unos ensayos se colocó el cañón en un fondo de saco de seis metros, dispuesto de modo que las ondas de explosión tenían que realizar un recorrido sinuoso; se observó que la inflamación se conseguía con mayores dificultades que en Lievin, siendo preciso forzar la carga del explosivo, aumentar la proporción de polvos y disponerlos no sólo en el piso, sino también sobre las paredes. Como conclusión de todos los ensayos de este grupo se puede decir que una explosión de polvos, producida sea por un bocazo de barreno, sea por una pequeña explosión de grisú, tiene, a igualdad de composición del yacimiento, más o menos probabilidades de originarse según el lugar en que se presente la causa inicial dicha; si es un fondo de saco, el peligro será máximo, sobre todo si la galería es rectilínea en alguna longitud; habrá menos peligro si se origina en plena galería, en la que las ondas de aire puedan expansionarse en dos direcciones; menor si el punto de origen está rodeado de grandes espacios libres (trabajos antiguos no rellenados), menor aún si en este caso el yacimiento no se extiende más que a un solo lado, y por tanto la explosión sólo puede extenderse de dicho lado, sirviendo los otros de cámaras de expansión.

Otros experimentos se realizaron para estudiar el límite de aptitud a la propagación, habiéndose obtenido en ellos

la convicción de que hay casi identidad entre los resultados de Lievin y los de Commentry.

Finalmente, y de una manera general, las experiencias de Commentry han proporcionado enseñanzas provechosas, entre las cuales citaremos: la confirmación de los resultados de Lievin acerca de la influencia de las disposiciones de galerías sobre el *encebado* de las explosiones de polvos; verificación de la legitimidad de aplicación a las condiciones de la mina de las conclusiones de Lievin relativas a la clasificación de los yacimientos de polvos; verificación de la eficacia de las barreras de estériles; puesta en evidencia de la influencia moderadora de los codos de las galerías, con su aplicación posible al aislamiento de cuarteles cercanos, etc., etc.

(Continuará.)

MINISTERIO DE FOMENTO

COMISIÓN DEL GRISÚ

RESULTADO DE PRUEBAS DE MECHAS Y ENCENDEDORES

D. CEFERINO LÓPEZ-SÁNCHEZ AVECILLA, Ingeniero primero de Minas, Secretario de la Comisión del Grisú.

Certifico: Que en las pruebas realizadas bajo la dirección del señor Presidente de esta Comisión, con las mechas a que se refiere la instancia presentada el 2 de enero del corriente año por la Unión Española de Explosivos y procedentes de la Fábrica de Cayés, de la Sociedad anónima Santa Bárbara, según acta que se acompaña a dicha muestra, se ha obtenido el resultado siguiente:

La muestra de mecha a que se refiere esta certificación corresponde a la consignada en el acta del 14 de diciembre de 1929, de toma de la misma por el Ingeniero Jefe de Minas de Oviedo, en la Fábrica de Cayés, de la Sociedad anónima Santa Bárbara, en presencia del Director, Ingeniero y Jefe de fabricación de dicha fábrica. La muestra venía en 10 rollos de 10 metros cada uno y con los precintos intactos que consigna el acta. Según este acta, la duración de la combustión en dos pruebas de dicha mecha fué de 93" y 97" por metro.

Descripción de la mecha.—Sobre la capa de hilos que forma la mecha central que envuelve la pólvora va una capa de yute, la cual está cubierta a su vez por una cinta de papel, sobre la que se arrollan, en sentido contrario, dos

capas de yute. Todo ello va impregnado de brea, que es soluble en sulfuro de carbono.

Prueba de combustión.—Ésta se verificó con un trozo de tres metros tomado de cada rollo, o sea sobre un total de 30 metros; es decir, del 30 por 100 de la muestra recibida.

Las velocidades de combustión observadas en cada trozo fueron las siguientes, en segundos por metro de mecha:

93,3 - 93,3 - 95 - 92 - 95 - 87 - 96 - 92 - 94,3 - 92;

es decir, entre 87 y 96, con una media de 93.

Esta prueba se hizo en la obscuridad casi completa, sin observarse en la combustión ninguna chispa, salida de llama ni combustión exterior de la mecha.

El ensayo se verificó colocando los trozos de mecha completamente extendidos sobre una capa de arena. Esta capa descansaba sobre una hoja de papel que cubría al suelo de losetas, de cemento, de la habitación.

Prueba por impermeabilidad.—Ésta se verificó sobre 10 trozos de dos metros de cada uno de los rollos. Los trozos se sumergieron en una artesa con agua, doblados hacia la mitad, con unos 10 centímetros de cada extremo fuera del agua. La duración de la inmersión fué de 61 minutos para los dos primeros, 60 minutos para los cuatro siguientes y 57 minutos para los cuatro últimos, obteniéndose la siguiente duración de su combustión en segundos por metro: 96 - 98 - 102,5 - 94 - 93,8 - 101,3 - 99,3 - 100,1 - 98,9 - 101,4 con los límites de 93,8 y 102,5 y una media de 98,5.

Encendido.—Al inflamar las mechas con una cerilla se observa frecuentemente que después de prender la pólvora continúa ardiendo la mecha, lo cual se explica por no estar constituida aquélla por materiales ignífugos y deber su resistencia a ser atravesada por la combustión interior de la

pólvora, solamente a la impermeabilidad de su envolvente. Este resultado demuestra la improcedencia del encendido por llama sostenida.

Y para que conste, expido el presente en Madrid a 5 de febrero de 1930.

V.º B.º:
El Presidente,
E. HAUSER

El Secretario,
C. LÓPEZ-SÁNCHEZ

INFORME

De los resultados anteriores se deduce:

1.º Que la duración de combustión de la mecha, tal como se recibió, en estado seco, con una media de 93'' por metro, está comprendida entre 87 y 96, o sea unas diferencias de 6,45 por 100 en menos y 3,22 por 100 en más.

2.º Que la duración de combustión de la mecha, después de su inmersión durante una hora en agua, a la temperatura ordinaria, con una media de 98,5 segundos por metro, está comprendida entre 93,8 y 102,5, o sea unas diferencias de 4,76 por 100 en menos y 4,06 por 100 en más. Como vemos, es algo mayor que en estado seco. Si tenemos en cuenta que la envolvente de la mecha no absorbe apreciablemente el agua y, por lo tanto, que las puntas de la misma, por hallarse fuera del líquido, deben considerarse secas, la duración de la combustión en la proporción que ha sido sumergida sería algo mayor, según se deduce de la siguiente fórmula, en la que se suponen secos 10 centímetros por metro:

$$0,1 \times 93 + 0,9 \cdot X = 98,5, \text{ de donde } X = 99,1;$$

es decir, que la duración media de la combustión por metro de mecha sumergida sería seis décimas de segundo mayor. Como se ve, la media de las duraciones medidas, según el acta, en la atmósfera húmeda de Asturias (95'' por metro)

está comprendida entre las obtenidas en los dos casos examinados en Madrid.

3.º Que del resultado de las pruebas, después de la inmersión de las mechas en agua, se deduce que pueden considerarse como impermeables durante una hora al menos.

4.º Que del resultado de las pruebas en la obscuridad se deduce que pueden considerarse como ignífugas las mechas ensayadas, siempre que para el encendido de las mismas se empleen estopines de los llamados de seguridad (de fricción, percusión o eléctricos), pero no la llama.

5.º Que las cualidades de estas mechas dependen de su buena fabricación y de los materiales empleados, cuya comprobación periódica corresponde a la Jefatura del distrito minero.

Madrid, 5 de febrero de 1930.

El Presidente
de la Comisión del Grisú,
E. HAUSER

MINISTERIO DE FOMENTO

COMISIÓN DEL GRISÚ

D. CEFERINO LÓPEZ-SÁNCHEZ AVECILLA, Ingeniero primero de Minas, Secretario de la Comisión del Grisú.

Certifico: Que en las pruebas realizadas bajo la dirección del señor Presidente de esta Comisión, con los encendedores a que se refiere la instancia presentada el 2 de enero del corriente año por la Unión Española de Explosivos y fabricados en Alemania, según declaración de los interesados, se han obtenido los resultados siguientes:

Descripción de los encendedores.—Estos encendedores se hallan constituidos por un tubo de cartón aplastado por un extremo, que va cerrado por una grapa de acero. En el otro extremo lleva una pequeña garra de hoja de lata destinada a sujetar la mecha mediante presión o incrustación sobre la misma después de introducida ésta en el tubo. Dentro de éste e inmediato al extremo cerrado se halla colocado un pistoncito que va atravesado por un alambre rizado de hierro galvanizado, uno de cuyos extremos sale al exterior, llevando una arandela de cartón cuero para tirar del alambre.

La mecha se introduce en el tubo hasta ponerse en contacto con el pistón; entonces se tira hacia fuera del alambre, que rozando con aquél origina el encendido del mismo y su transmisión a la mecha, sin que deba dar lugar a sali-

da de llama al exterior, punto este último objeto de las pruebas a que se refiere esta certificación. Para efectuarlas se han recibido 80 de estos encendedores que acabamos de describir y que son muy parecidos a los del sistema Norres, referidos en la obra de F. Heise *Sprengstoffe und Zündung der Sprengschusse*, pág. 146, año 1904.

Pruebas.—Estas se realizaron en una campana Marsaut modificada, en la parte alta de la cual se colocaban los encendedores en un soporte apropiado. En la primera y segunda serie de pruebas sólo el extremo inferior del encendedor se encontraba dentro de la atmósfera inflamable; en las demás series se encontraban en esta atmósfera el extremo inferior y la boca del mismo, con parte de la mecha, que en este caso siempre era ignífuga. Esta mecha ignífuga unas veces era de aquellas a que se refiere la certificación de esta Comisión del Grisú del 5 de febrero corriente, y otras, de las de cinta, ya conocidas como tales. El gas de Caldones empleado en estas pruebas puede considerarse como grisú natural, con 95,51 por 100 de metano y 2,14 por 100 de etano.

Los resultados de estas pruebas se consignan en los dos cuadros siguientes:

Fecha.	Número del ensayo.	Número de encendedores probados.	POSICIÓN	Gas empleado.	Ley de la mezcla explosiva por 100	Mecha utilizada	Inflamación de la mecha		Observaciones.
							mecha	mezcla gaseosa	
3/12/929... 2/1/930.... 2/1/930.... 3/1/930.... 3/1/930....	1	2	80% al extremo inferior dentro del gas.	Dealumbrado.	13,30	Corriente.	Sí.	No.	
	2	4	Id.	Id.	13,30	Ignífuga.	Sí.	No.	
	3	4	Id.	Id.	16	Id.	Sí.	No.	Se arrancan los alambres de dos encendedores.
	4	5	Id.	Id.	16	Id.	Sí.	No.	
	5	4	Id.	Id.	16,90	Id.	Sí.	No.	
8/1/930... 8/1/930....	6	4	Id.	De Caldones.	13	Id.	Sí.	No.	Se arrancan los alambres de dos encendedores.
	7	4	Id.	Id.	13	Id.	Sí.	No.	
11/1/930... 11/1/930....	8	4	El extremo inferior y la boca del encendedor, con parte de la mecha, dentro del gas.	Dealumbrado	16	Id.	Sí.	No.	
	9	4	Id.	De Caldones.	8,40	Id.	Sí.	No.	

Fecha.	Núm. del ensayo.	Número de encendedores probados.	POSICIÓN	Gas empleado	Ley de la mezcla explosiva por 100	Mecha utilizada	Inflamación de la		Observaciones.
							mecha	mezcla gaseosa	
18/1/930... 4.ª serie	10	4	Como la anterior.	De alumbrado.	13,80	Ignífuga.	Sí.	No.	Dos alambres arrancados.
	11	4	Id.	Id.	15,60	Id.	Sí.	No.	
20/1/930...	12	4	Id.	De Caldones	7,72	Id.	2 sí-2 no	No.	Un fallo de mecha por agarrarse el alambre del encendedor y el otro por salirse del alambre.
20/1/930...	13	4	Id.	Id.	7,72	Id.	3 sí-1 no	No.	Prendió el encendedor, sin arder la mecha.
20/1/930...	14	4	Id.	Id.	7,72	Id.	Sí.	No.	Un alambre arrancado.
20/1/930...	15	4	Id.	Id.	?	Id.	Sí.	No.	No se pudo comprobar la inflamabilidad de la mezcla.
20/1/930...	16	3	Id.	Id.	7,72	Id.	Sí.	No.	Sólo se probaron esta vez tres encendedores por haberse prendido uno, inflamando la mecha al colocarla, sin gas.

Total de encendedores probados, 62.

En resumen: 62 encendedores probados, de los cuales 31 lo fueron en atmósfera explosiva con gas de alumbrado; 27, en atmósfera explosiva con grisú natural, y cuatro en atmósfera de grisú de inflamabilidad no comprobada, sin que en ningún caso y en las condiciones indicadas en el cuadro se inflamase la mezcla gaseosa.

En la inflamación de la mecha se han observado tres fallos casi seguidos, de los que ahora hablaremos; pero el encendido de la mecha en los casos observados resulta inmediato, sin la pérdida de tiempo que a veces ocasiona medios de encendido no autorizados.

Fallos en el encendido.

Causados por los encendedores.—Del estudio de los cuadros que preceden se deduce que ha habido tres fallos de encendido, o sea, próximamente, el 5 por 100 de los encendedores ensayados, debiéndose notar que la producción de estos fallos tuvo lugar en pruebas consecutivas.

Para deducir cuáles de estos fallos son realmente imputables a los encendedores, procede estudiar la causa de los mismos.

Causa del fallo.

Primer fallo. Ensayo núm. 12 } Se agarró el alambre del encendedor, que estaba en buen uso. Esto último se comprobó después haciéndole funcionar con un tirón directo en vez del indirecto que recibió en la campana Marsaut.

Segundo fallo. Ensayo núm. 12 } Se salió el alambre al tirar, sin oírse la inflamación, encontrándose el pistón del encendedor sin fulminante ni señales de haber ardido.

Tercer fallo. Ensayo núm. 13 } El encendedor había funcionado bien, pero no prendió la mecha.

Del estudio de las causas del fallo se deduce que sólo ha habido uno, el segundo, que pueda atribuirse exclusivamente al encendedor, o sea el 1 y $\frac{1}{2}$, por 100 de las pruebas realizadas.

Causados por las mechas.—Para estudiar el origen del fallo tercero hicimos unas pruebas a fin de ver a qué distancia podía estar el extremo de la mecha del fondo del encendedor sin que dejase de prender aquélla al funcionar éste.

Distancia en milímetros.	Número de pruebas.
15 milímetros.....	1- dió.
20 milímetros.....	1- dió.
25 milímetros.....	2- $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ dió.} \\ 1 \text{ no dió.} \end{array} \right.$

De estos resultados se deduce que el fallo tercero debe atribuirse a haberse cerrado el extremo de la mecha al cortarla o bien a haberse vaciado de pólvora junto al corte, de lo que no pudimos cerciorarnos debidamente.

Duración del encendido.—El tiempo que tarda el encendido, mediante un encendedor de los que motivan este estudio, es verdaderamente despreciable; en cambio, para fijar ideas, diremos que la duración del encendido por cerilla, sin dispositivo especial, de una mecha ignífuga de las referidas en nuestra certificación del 5 de febrero corriente, fué en ocho ensayos como sigue:

29'' - 37'' - 29'' - 21'' - 24'' - 26'' - 31,5'' - 24'';

es decir, con un mínimo de 21'' (cuando arde la envolvente de la mecha).

La operación de poner un encendedor que se supone

fallido, quitarlo y poner otro que funciona bien, dió en tres ensayos consecutivos las siguientes duraciones: 18'' - 13,5', 12''. Si añadimos 5'' que estimamos necesarios para cortar de nuevo la boca de la mecha, resulta un máximo de tiempo comparable al mínimo del encendido directo.

Encendido sin mecha.

Como en la instancia que motiva estas pruebas se dice, con referencia a un certificado extranjero: «Los encendedores... el grisú no se inflama ni una sola vez. El mismo resultado fué obtenido disparando los encendedores sin haber introducido una mecha en los mismos», hemos creído necesario comprobar ese resultado.

Para hacer nuestros ensayos hemos partido del supuesto de que el aire contenido en el encendedor diluyese la mezcla gaseosa inflamable, haciéndola incapaz de arder, a causa de no haber quedado encerrado en la misma el encendedor bastante tiempo para que su contenido en aquélla se concentrase. A fin de evitar esta causa de error o de disminuirla considerablemente, introdujimos en los encendedores objeto de esta prueba una varilla de vidrio que hacíamos salir cuando dicho encendedor se encontraba en el seno de la mezcla gaseosa, con lo cual ésta se veía forzada a penetrar en el interior del mismo, diluyéndose muy poco.

Se hicieron las pruebas unas en gas de alumbrado y otras en grisú, con los resultados siguientes:

Fecha	Número de la prueba.	Número de encendedores.		Gas empleado.	Ley de la mezcla.	Inflamación de la mezcla.
		Sin varilla.	Con varilla			
17/1/930	1	1		De alumbrado.	13 por 100 próximamente.	No
			2			1 No (1) 1 Sí.
	2	1	3	De Caldonés.	7,72 por 100	No (2)
	3	1		Id.	Id.	No.
			1			Sí.

2 No hubo lugar a prueba por inflamarse la mezcla en el ensayo anterior.

Como resultado de estas pruebas se ve que se ha conseguido inflamar el gas de alumbrado en el 50 por 100 de los encendedores ensayados con varilla, y el grisú en el 25 por 100 de los casos, por lo cual no continuamos los ensayos en este sentido.

Y para que conste expido el presente en Madrid a 17 de febrero de 1930.

V.º B.º:
El Presidente,
E. HAUSER

El Secretario,
C. LÓPEZ SÁNCHEZ

INFORME

De los resultados anteriores se deduce:

1.º Que los encendedores de fricción a que se refiere la certificación que precede, probados con mecha ignífuga no inflaman las mezclas de grisú natural ni de gas de alumbrado, y deben ser considerados como de seguridad.

- (1) Arrancado el alambre del encendedor.
(2) De los tres con varilla, en uno fué arrancado el alambre.

2.º Que dichos encendedores deben manipularse en el interior de la mina con cierta precaución, para evitar un encendido involuntario de los mismos en una atmósfera inflamable, no hallándose en las condiciones en que su funcionamiento puede considerarse seguro.

3.º Que en caso de fallo de un encendedor procede cortar la boca de la mecha antes de poner otro.

4.º Procede fijar un máximo de fallos en el funcionamiento de los encendedores, que podría ser el 2 por 100.

5.º A las Jefaturas de los distritos mineros corresponde la comprobación de los resultados obtenidos en la práctica continuada de estos encendedores y de la buena fabricación de los mismos para servir de base a una reglamentación definitiva.

Madrid, 17 de febrero de 1930.

El Presidente
de la Comisión del Grisú,
Firmado: E. HAUSER.

SERVICIO DE MERIDIANAS

CONSEJO DE MINERÍA

TRAZADO DE MERIDIANAS EN EL DISTRITO MINERO DE BALEARES

POR EL INSPECTOR GENERAL

ILUSTRÍSIMO SEÑOR D. ADOLFO DE LA ROSA.

LLOSETA (MALLORCA)

Hito de caliza de 0,40 de alto y $0,15 \times 0,15$ de base, con las diagonales grabadas y un agujero en el centro que permite colocar un jalón, empotrado en el suelo y recibido con cemento, situado en la plazoleta de la iglesia de Lloseta, próximo a las minas de lignito. A 1,27 metros del murete que limita la plazoleta por el Sur y a 2,60 del que la limita por el Este.

No pudiendo observar en varios días culminaciones convenientes por tiempo nuboso, fijé la latitud del hito por la Polar, resultando ser de $39^{\circ} 42' 54''$.

Por observaciones a la misma estrella en varias posiciones del primer cuadrante comprendidas entre las tres y las seis horas de su horario, o sea antes de su máxima digresión occidental, se determinó la dirección del meridiano, y calculados los acimutes de las visuales a puntos fijos, éstos son los siguientes:

A la torre del Oratorio del Puig de Santa Magdalena..... E. v. 8° 9' 33" N.
 A la cruz erigida en el mismo cerro..... E. v. 1° 59' 43" N.
 Al eje de la torre de la iglesia de Sineu..... E. v. 34° 26' 2" S.
 Idem id. id. de Costich.. E. v. 43° 46' 52" S.
 Idem id. id. de Saucellas. S. v. 18° 12' 53" E.
 Al plano vertical del acantilado más al Este del Cerro del Cura.. S. v. 14° 44' 23" E.

MAHÓN (MENORCA)

Hito de caliza blanca de 0,40 de alto y 0,18 × 0,18 de base, con las diagonales grabadas y un agujero en el centro que permite colocar un jalón, empotrado en el suelo y recibido con cemento, situado en la finca Costé de Calafiguera de D'alt, a 1,50 metros del muro en seco del cierre oriental, dando vista al puerto de Mahón.

Por culminación de β y γ Orionis y paso inferior de δ Ursae minoris se determinó la latitud del hito, que es de 39° 52' 18".

Por observaciones de α Ursae minoris en las dos horas antes de su máxima digresión occidental se determinó la dirección del meridiano, y calculados los acimutes de las visuales a puntos fijos, éstos son los siguientes:

Al punto más alto de la cúpula de la iglesia de Santa Eulalia..... O. v. 9° 39' 15" N.
 Al punto más alto de la cúpula de la iglesia del Carmen..... O. v. 29° 1' 20" N.
 Al eje del monumento erigido en Monte Toro a los soldados muertos en la guerra de Africa..... O. v. 38° 40' 35" N.
 Al punto más alto del molino d'en Guelams. N. v. 44° 59' 6" O.
 Al centro de la puerta de la estación torpedista..... E. v. 7° 15' 25" S.
 A la cruz de la iglesia de Villa Carlos..... E. v. 31° 23' 15" S.

IBIZA

Hito de caliza gris de 0,40 metros de alto y 0,15 × 0,15 de base, con las diagonales grabadas y un agujero en el centro que permite colocar un jalón, empotrado en el suelo y recibido con cemento, situado en el baluarte de Santa Lucía, frente a la tronera 2.^a contada a partir de la izquierda a 1,20 metros de la muralla y frente al antiguo polvorin, dando vista al puerto de Ibiza. Por culminación de α y τ Orionis y paso inferior de δ Ursae minoris se determinó la latitud del hito, que es de 38° 54' 12".

Por observaciones de α Ursae minoris en varias posiciones del primer cuadrante entre las tres y las seis horas de su horario, es decir, antes de su máxima digresión occidental, se determinó la dirección del meridiano, y calculados los acimutes de las visuales a puntos fijos, éstos son los siguientes:

Al faro de Botafoch..... E. v. 19° 8' 9" S.
 A la cruz de la torre de campanas de la iglesia de Santo Domingo..... S. v. 4° 28' 14" O.
 Al centro de la esfera del reloj de la catedral..... S. v. 38° 53' 24" O.
 A la torre de la iglesia de San Rafael..... N. v. 28° 44' 46" O.
 Al vertice de la cumbre del molino de Puig Blanch..... N. v. 20° 45' 11" O.
 Al eje del obelisco de los Corsarios Ibicencos..... N. v. 19° 13' 16" O.

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de enero de 1930

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	401.644
Antracita.....	1.189
TOTAL.....	402.833

Coque..... 8.710 toneladas.
 Aglomerados..... 8.781 -

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.544

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	1.993
Lignito.....	16.283
TOTAL.....	18.276

Producción de coque: 7.366 toneladas de coque de gas

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	40.338

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	22.294
Antracita.....	13.744
TOTAL.....	36.038

Briquetas..... 7.412 toneladas.
 Coque..... 3.986 -

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.225

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	55.488
Antracita.....	20.883
TOTAL.....	76.371

Agglomerados..... 15.578 toneladas.
 Coque..... 1.163 -

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	17.740
Antracita.....	11.169
TOTAL.....	28.909

Agglomerados..... 12.431 toneladas.

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.249
Coque de gas.....	363 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	16.000
Aglomerados de hulla.....	8.355 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	8.664

Valencia

Coque metalúrgico..... 5.914 toneladas

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 204 toneladas.

Vizcaya

Coque..... 32.463 toneladas.
 Aglomerados 3.483 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	4.563
Coque de gas.....	47

Producción de combustibles durante el mes de enero de 1930

	Enero
	Toneladas
Antracita.....	46.985
Hulla.....	555.497
Lignito.....	35.528
TOTAL.....	638.010
Coque.....	60.012
Agglomerados.....	56.244

Producción nacional de aceites combustibles ⁽¹⁾

Mes de enero de 1930:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Enero
	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero)...	381.202
Benzol 50 por 100 (medio)...	17.413
Solvent-nafta (pesado).....	43.280
Otros tipos.....	50.610
TOTAL.....	492.505

Aceites crudos (alquitranes) 3.031.636

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	501.243
Gasolinas y similares.....	46.662

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de enero de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	69.176
Badajoz.....	3.500
Coruña (Galicia).....	10.447
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	2.805
Granada-Málaga	38.511
Huelva	40.117
Jaén	1.675
Murcia.....	20.068
Oviedo.....	9.297
Santander.....	47.853
Sevilla.....	11.320
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	61.340
Vizcaya.....	218.414
Zaragoza.....	5.841
TOTAL.....	540.364

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	110	»	»	»
Coruña.....	»	»	750.200	»	»
Guipúzcoa.....	982	2.332	»	»	»
Oviedo.....	9.054	11.037	»	»	»
Santander.....	4.123	3.162	»	»	»
Sevilla.....	»	»	»	»	»
Valencia.....	18.290	17.883	»	»	»
Vizcaya.....	35.975	51.235	»	»	»
TOTAL.....	68.424	85.759	750.200	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	780	»
Ciudad Real.....	268	»
Córdoba.....	160	252
Guipúzcoa.....	596	»
Murcia.....	2.534	»
Oviedo.....	»	702
Santander.....	5.895	»
TOTAL.....	10.233	954

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL Toneladas	METAL			
		Cobre Bilster Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	504.447	»
Huelva....	317.831	1.121.412	»	»	»
Murcia....	»	»	»	»	»
Oviedo....	»	»	»	»	»
Sevilla....	1.017	»	»	»	76.000
TOTAL..	318.848	1.121.412	»	504.447	76.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	1.430
Oviedo.....	86
TOTAL	1.516

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	<i>Toneladas</i>	<i>Toneladas</i>
Almería.....	27	,
Badajoz.....	380	,
Barcelona-Tarragona-Gerona....	430	147
Baleares.....	,	,
Ciudad Real.....	681	,
Córdoba.....	2.290	3.045
Granada-Málaga.....	95	879
Guipúzcoa.....	95	838
Jaén.....	6.382	1.401
Murcia.....	1.368	4.197
Santander.....	461	,
Sevilla.....	,	,
Zaragoza.....	,	,
TOTAL.....	12.209	10.507

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Ha sido nombrado Ingeniero del Laboratorio Químico Industrial de la Escuela especial de Ingenieros de Minas D. Julio Heredia Loring.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de febrero de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de febrero de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Ciudad-Real	Anchuras	Caridad	Antimonio	20	D. Enrique Vico Portillo.
Idem	Idem	Horcajuela Este	Plomo	23	C. ^a Minera Bético-Manchega.
Idem	Idem	Idem Oeste	Idem	45	Idem.
Idem	Cabezarrubias	Raimunda	Idem	12	S. A. Minas del Priorato.
Idem	Idem	Nuestra Señora de las Mercedes	Idem	10	Idem.
Idem	Mestanza	Cercenadero	Idem	5	C. ^a Minera Bético-Manchega.
Idem	Idem	Los Cabriles	Idem	21	D. José Mateos Martín.
Idem	Solana del Pino	2. ^a Valdefuentes	Idem	15	C. ^a Minera Bético-Manchega.
Idem	Idem	2. ^o Puntal del Enebrillo	Idem	12	Idem.
Idem	Villanueva de San Carlos	Nuestra Señora de las Candelas	Idem	20	D. Eduardo Camacho y Feliz.
Idem	Viso del Marqués	Fresneda Primera	Idem	21	» Felipe Delgado Recena.
Cuenca	La Pesquera	Isabel	Lignito	159	» Tomás Coco y Coco.
Gerona	Ogassa (Surroca)	San Juan	Carbón	31	D. Olegario Vidal Jaques.
Idem	Massanet Cabrenys y S. L. de Muga	Santa Teresita	Hierro	81	Industrias Mineras, S. A.
Idem	Rosas	La Olvidada	Idem	126	D. Rufino Duque García.
Idem	Viladrau	Aurora	Idem	40	» Jacinto Prades Mitja.
Idem	Crespí	Esperanza	Petróleo	140	Minerales Ibéricos, S. A.
Idem	Idem	Idem	Idem	20	» Jacinto Prades Mitja.
Huesca	Bono Huerto	Concepción	Idem	50	D. Marcelino M. ^a de Cambra Ballesteros
Idem	Castanosa	Argentina	Idem	10	Idem.
Idem	Idem	San José	Idem	20	Idem.
Idem	Castillonroy	Minerva	Idem	16	D. Casimiro Novell Borrás.
Idem	Bono Huerto	Romana	Oro	20	D. Marcelino M. ^a de Cambra Ballesteros
Tarragona	Tivisa	Fontalba	Hierro	20	D. Bernardo Castro López.
Idem	Idem	Victoria	Idem	38	S. C. Eurich, Ferrer y Lozano.
Toledo	Nava de Ricomalillo	Pilar	Idem	88	D. José Marchesi Buhigas.
Valencia	Villanueva de Castellón	La Divina Providencia	Carbón	12	» Arturo Boigner Samper.
Idem	Puebla de Vallbona	Qui ut Deus	Indeterminado	5	Idem.
Idem	Cofrentes	San Javier	Sales alcalinas	9	D. Florencio Pardo Gadea.
Idem	Sot de Chera	2. ^a Ampliación Dos Hermanas	Subs. terreoalcalinas	34	Minas Kaolín Dos Hermanas, S. A.
Idem	Villamarchante	San José	Substancias térreas	4	D. Joaquín Andrés Calvo y Calvo.
Vizcaya	Aracaldo	Pilar	Hierro	4	» Higinio Ibarreche y Olavarría.
Idem	Arrigorriaga	Demasia a Felicidad	Idem	1,9921	» Fernando del Portillo Carranza.
Idem	Güeñes	Josefina	Idem	24	» Gumersindo de Egaña.
Idem	San Julián de Musques	Teresa	Idem	12	» Jaime de Orue y Olavarría.
Idem	Sopuerta	Demasia a Caridad	Idem	1,3200	» Fernando del Portillo Carranza.

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación del catastro minero en las provincias de Ciudad Real, Cuenca, Gerona, Granada, Huesca, Tarragona, Toledo, Valencia y Vizcaya; igualmente se ha practicado la rectificación anual del catastro de la provincia de Huelva, como consecuencia de la caducidad de concesiones por débitos a la Hacienda.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden relativa a la devolución de primas reintegrables concedidas a las minas de plomo. («Gaceta» del 1.)

Núm. 35.

Ilmo. Sr.: En la base transitoria del Real decreto-ley de 28 de mayo de 1928, que dictó las bases para la sindicación de los mineros de plomo, quedó establecido que las cantidades recibidas con carácter puramente circunstancial, en concepto de primas reintegrables, se abonarían al Estado con los productos que en el año de la concesión del auxilio o en los sucesivos correspondieran al minero respectivo por los beneficios líquidos que de la fundición prevista en dicho Real decreto-ley o venta del plomo pudieran corresponderle, debiendo destinar el 80 por 100 de estas utilidades al reintegro al Estado de la cantidad anticipada a su mina.

Pero habiendo sido constituido posteriormente el Consorcio del Plomo en España con sujeción a las bases aprobadas por Real decreto de 9 de marzo de 1928, en virtud de las cuales los Sindicatos constituidos habrían de utilizar las fundiciones de las entidades adheridas al nuevo organismo que las poseyeran, y las primas reintegrables establecidas

en las bases de constitución de los Sindicatos quedaban substituidas por los auxilios procedentes del fondo regulador previsto por la base 8.^a de las que rigen el expresado Consorcio, cuyo reintegro al indicado fondo habría de hacerse mediante el abono de una parte de los beneficios correspondientes, variable entre el 25 y el 50 por 100 de los mismos, una vez que los mineros los obtuviesen como consecuencia de la mejora de precios, se hace preciso dictar normas que armonicen tales preceptos, y al efecto,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer lo siguiente:

1.º No siendo solidaria ni mancomunada la garantía de las minas, por lo que se refiere a las primas a la producción, recibidas directamente del Estado, cada una de las minas sindicadas que hubiese recibido primas reintegrables las devolverá con el 50 por 100 de los beneficios que a la misma le corresponda en el Consorcio del plomo, no pudiendo reintegrar al fondo regulador de éste las cantidades percibidas del mismo sin que haya reintegrado totalmente las primas del Estado.

2.º Cualquier propietario o arrendatario de minas que, formando parte de alguno de los Sindicatos constituidos hubiese recibido primas reintegrables, podrá dejar de pertenecer al mismo una vez reintegradas totalmente al Estado las primas recibidas por la mina correspondiente.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 29 de enero de 1930.—*Benjumea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles,

Real orden disponiendo que para el año actual rijan las disposiciones que se indican sobre producción, fabricación y venta de sales potásicas. («Gaceta» del 25.)

Núm. 47.

Ilmo. Sr.: Visto el artículo 11 de la ley de Minas potásicas, de 24 de julio de 1918, según el cual, la Oficina reguladora de la producción, fábrica y venta de sales potásicas habrá de fijar las cantidades totales máximas y mínimas que deben extraerse cada año, según las necesidades de la Agricultura nacional, y el precio máximo a que habrán de venderse los nuevos productos potásicos en los mercados españoles, la cantidad máxima exportable y el precio mínimo a que deba facilitarse a los extranjeros, que siempre será mayor que el que rija para España:

Visto el artículo 28 del Reglamento para la aplicación de la Ley citada, de 23 de octubre de 1918, según el cual, la expresada entidad fijará las cifras correspondientes a cada año, en el último trimestre del año precedente:

Vista la comunicación del Presidente de la repetida Oficina reguladora transcribiendo el acuerdo adoptado por la misma en 21 de enero último, en relación con los extremos antes enunciados,

S. M. el Rey (q. D. g.), de conformidad con dicho acuerdo, ha resuelto que para el año 1930 rijan las siguientes disposiciones:

Producción máxima: 180.000 toneladas de cloruro potásico del 80 al 85 por 100, u otras cifras de producción con igual equivalencia en cloruro potásico.

Producción mínima: 40.000 toneladas de cloruro potásico del 80 al 85 por 100, u otras cifras de producción con igual equivalencia de cloruro potásico.

Precio máximo para el mercado nacional: 250 pesetas por tonelada de cloruro potásico del 80 al 85 por 100, sobre estación de origen.

Precio mínimo para la exportación: Superior en un 1 por 100 al que haya regido en España el mes anterior.

Cantidad máxima exportable: La que sea posible, teniendo abastecido el mercado nacional.

Es asimismo la voluntad de S. M. que esta resolución sea publicada en la *Gaceta de Madrid y Boletín Oficial* de Barcelona.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 20 de febrero de 1930.—*Matos.*

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real decreto núm. 659 disponiendo quede redactado en la forma que se indica el artículo 6.º del Real decreto número 2.569, de 1929, relativo al Orfanato de Mineros Asturianos. («Gaceta» del 26.)

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Estudio sobre las explosiones de polvo de carbón y sobre los medios empleados para evitarlas y limitarlas, por el Ingeniero de Minas D. Luis Torón Villegas. (Memoria premiada en el concurso de 1929 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid.).....</i>	123
<i>Comisión del Grisú.—Informe relativo al resultado de pruebas de mechas y encendedores.....</i>	173
SERVICIO DE MERIDIANAS:	
Trazado de meridianas en el Distrito minero de Baleares, por el Inspector general Ilmo. Sr. D. Adolfo de la Rosa.....	187
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de enero de 1930	192
Producción de combustibles durante el mes de enero de 1930.....	195
Producción nacional de aceites combustibles durante el mes de enero de 1930.....	195
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de enero de 1930.....	196
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	199
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de febrero de 1930	200

	<u>Páginas</u>
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento. — Real orden relativa a la devolución de primas reintegrables concedidas a las minas de plomo	203
Real orden disponiendo que para el año actual rijan las disposiciones que se indican sobre producción, fabricación y venta de sales potásicas.....	205
Real decreto disponiendo quede redactado en la forma que se indica el artículo 6 ° del Real decreto número 2.569, de 1929, relativo al Orfanato de Mineros As-turianos	206

Boletín Oficial de Minas, Metalurgia y Combustibles



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

ESTUDIO SOBRE LAS EXPLOSIONES DE
POLVO DE CARBON Y SOBRE LOS MEDIOS
EMPLEADOS PARA EVITARLAS
Y LIMITARLAS

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. LUIS TORÓN VILLEGAS

MEMORIA PREMIADA EN EL CONCURSO DE 1929 ENTRE INGENIEROS
DE MINAS DE LA ESCUELA DE MADRID

LEMA: Courrièrés.

(Continuación.)

CAPITULO X

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN FRANCIA

(Continuación.)

S E X T A S E R I E

Ensayos de inflamabilidad.

Esta serie fué la última realizada en la estación de Lievin, ya que al terminarla estalló la Gran Guerra, y poco después toda la región en que se hallaba construída quedó dentro de las líneas de fuego, estando totalmente destruída cuando terminó la gran contienda (1).

Las experiencias que la constituyen son de un carácter eminentemente práctico, siendo determinaciones empíri-

(1) Sixième Série d'Essais sur les inflammations de poussières, Ann. Min, XI, 6^{ème}.

cas utilizables de una manera directa y rápida para las diversas necesidades de la práctica. En ella se trató de aclarar un poco más el complejo problema de la determinación de los límites de inflamación de los polvos de carbón de las minas, persiguiendo el ideal buscado en esta cuestión, que no es otro que llegar a poder saber, de manera rápida y fácil, el grado de peligro de una explotación minera, de igual manera que se puede saber en la actualidad con las mezclas grisuosas.

Por desgracia, para conseguir esto se tropieza con dificultades casi insuperables, debido a la dependencia en que se halla la inflamabilidad de los polvos con un número considerable de factores, tales como la proporción de materias volátiles de los polvos, el grado de finura de los mismos, su grado de oxidación, la proporción en que se hallan en la masa de aire, la proporción de los polvos incombustibles mezclados con ellos, el grado de finura de los mismos, su composición, la forma en que se hallan incorporados al carbón, el grado de humedad de las mezclas, la proporción de grisú o de otros gases presentes en la atmósfera de la galería, la causa de inflamación, la disposición de la cámara de explosión inicial, la sección y disposición de la galería, la naturaleza de las paredes, el modo de repartición de los polvos en ella y las desigualdades de su suelo. Como se ve, las variables son, por lo menos, diez y siete, por cuya razón, si se hubiere seguido el plan de estudio de las series anteriores, en las cuales sólo se hacía variar una variable en cada ensayo, repitiendo éste por lo menos cuatro veces con valores distintos de dicha variable, se ve que el número de ensayos necesarios para el estudio completo hubiera sido 4^{17} , o sea 17.179.000.000, para cuya realización, a la marcha normalmente seguida en Lievin, se hubieran necesitado 57.000.000 de años. Por ello, Mr. Taffanel se preguntaba, al empezar los ensayos de la sexta serie, si no habría otro medio más rápido para realizar el estudio, y exponía que

una solución se hallaría si, por consideraciones teóricas, se lograra relacionar la cuestión de la inflamabilidad de los polvos a leyes físicas y químicas conocidas y determinar la forma de la función que ligase la inflamabilidad con las diversas variables en juego; conseguido esto, bastaría realizar una serie de experiencias, merced a las cuales se determinarían los valores de los coeficientes incógnitos, que evidentemente tenían que existir en la fórmula, dejando así perfectamente definida ésta, mediante un número reducido de ensayos, que según el investigador hubieran estado alrededor de 340. Desgraciadamente, los estudios realizados en Lievin, encaminados al establecimiento de la fórmula en cuestión, si bien permitían esperar que con el tiempo se lograría llegar al resultado buscado, indicaban, por el contrario, que algunas de las variables no parecían prestarse muy fácilmente a un estudio de esta índole.

En vista de ello, los investigadores pensaron que «convenía, por el momento, limitar las ambiciones y limitarse a sentar algunos jalones, escogiendo juiciosamente entre la multitud prácticamente infinita, de las combinaciones que pueden presentar las demasiado numerosas variables independientes».

Para ello hay que distinguir primeramente aquellas variables que ejercen un papel preponderante de aquellas otras cuya influencia es secundaria y aun despreciable prácticamente. Hecho esto, se estudiarán de manera muy completa las primeras y a las segundas se les darán valores arbitrarios fijos, escogidos de modo que las condiciones de los estudios sean las más severas que se puedan escoger, y, por tanto, quedando así por encima de los casos más graves que se pueden presentar en las minas. Estos estudios fueron los iniciados en la tercera serie de ensayos, si bien en ellos no se estudió más que la acción de las cinco variables siguientes: proporción en cenizas de la mezcla de polvos, proporción en materias volátiles de la

parte carbonosa, grado de finura, proporción de agua añadida y peso total de polvos por unidad de volumen de aire; además, en cada uno de los grupos de ensayos, realizados para estudiar la influencia de estas cinco variables, se hacía variar una sola de ellas, dando a todas las demás los valores fijos que han parecido más favorables a la inflamación. Por el contrario, en la serie que nos ocupa se buscó una segunda aproximación ensayando, al mismo tiempo, combinaciones de valores diferentes de las variables, pero añadiendo a las cinco consideradas otras tres, que eran: la irregularidad de las paredes de la galería, la facilidad de inflamación frente a dos causas diferentes y, por último, la adición de grisú a la atmósfera de la galería. El número de ensayos que hubiera sido necesario en estas condiciones para estudiar todas las combinaciones posibles de estas ocho variables hubiera sido $4^8 = 65.536$, y ¡sólo se realizaron 475!! En vista de ello, los experimentadores decían que cuando en la práctica se encontrase algún caso que no fuera de los estudiados prácticamente, se estaría en rigor en el derecho de no deducir ninguna conclusión, pero que, en la generalidad de los casos, será útil formular previsiones basadas en la forma general de las leyes empíricas que se pudieran deducir de las combinaciones estudiadas, y, a consecuencia de este modo de ver, en uno de los capítulos se procedía a dar una fórmula empírica, según expondremos más adelante.

Antes de pasar una revista rápida a los ensayos realizados y a las consecuencias que se pudieran deducir de ellos, conviene tener en cuenta que todos ellos se han referido al origen de las explosiones, sin pasar al caso en que éstas hubiesen adquirido ya un cierto desarrollo, puesto que los límites de aptitud a la propagación han de ser totalmente distintos si se considera este último caso. Por tanto, los límites que se hallaron se referían solamente al grado de agitación creado por las causas iniciales realizadas en los ensayos.

Los ensayos se llevaron a cabo en la gran galería de Lievin, ya descrita en otro capítulo, pero cuya longitud se había prolongado a los 325 metros, y en la cual, a los 250 metros del origen, se había practicado una bifurcación de 75 metros; sin embargo, los ensayos sólo se realizaron en los primeros 100 y excepcionalmente 200 metros, ya que se trataba de estudiar la fase inicial de las explosiones. Como uno de los puntos que se quería estudiar era el efecto de la entibación de la galería, se dispusieron en el trozo de cemento armado cuadros de madera, en las entalladuras practicadas para ello en el hormigón, y, en cuanto al trozo metálico, como dada su sección circular, era difícil la colocación de los cuadros, se los substituyó por anillos de angular de 120 milímetros de ala que se sujetaban mediante tornillos al forro de madera de la galería.

Los ensayos se realizaron sobre polvos de diversos tipos de carbones, cuya proporción en materias volátiles oscilaba entre 9,3 y 36,3; la pulverización de los mismos se realizaba como en las otras series de ensayos, y de igual manera se procedía a su repartición por la galería.

Para producir la explosión se empleó, como siempre, la explosión sin atacado en 240 gramos de dinamita-goma colocada en el mortero. Ahora bien: en unos casos esta explosión actuaba directamente sobre el yacimiento uniforme a estudiar; pero en otros, y para estudiar la influencia de la vivacidad de la inflamación inicial, se ha puesto junto al mortero, en los 10 primeros metros, un yacimiento-cebo de polvos muy inflamables de 30 por 100 de volátiles, en la proporción de 450 gramos por metro cúbico de galería. Los límites de inflamación obtenidos en el primer caso, es decir, sin yacimiento-cebo, se designaron con el nombre de *Límite 1* y los obtenidos con dicho yacimiento, *Límite 2*.

Para la medida de velocidades, pasos de llama, presio-

nes máximas y mínimas, etc., se emplearon los mismos aparatos que en los ensayos de la cuarta serie.

Los ensayos se pueden agrupar en siete secciones diferentes, que estudiaremos sumariamente a continuación.

a) Ensayos preliminares sobre la influencia de la entibación.—Como los ensayos de la cuarta serie, así como las experiencias de Commentry y la teoría de las explosiones, mostraban que las irregularidades de las paredes provocaban remolinos y aceleraban la combustión, y como tales irregularidades se encuentran en la mina a causa de la entibación, se ha querido en esta serie realizar los ensayos, como antes hemos dicho, en galerías con entibación, lo que se ha conseguido como acabamos de indicar. Los ensayos del grupo que nos ocupa han tenido por objeto determinar en qué forma actúan las irregularidades de las paredes y hallar la separación más conveniente a dar a los cuadros, para los ensayos ulteriores.

Los resultados de estos ensayos han mostrado que la colocación de la entibación en la galería favorecía la producción de explosiones de polvos y que reduciendo la separación de cuadros de 2,50 a 1,50 metros se acentuaba dicho efecto. Como, por otra parte, si se continuase reduciendo sin cesar la separación en cuestión con el fin de ponerse en las condiciones más severas para los ensayos, se llegaría a un punto en el cual los cuadros estarían tan próximos que constituirían un revestido casi continuo de la galería, en cuyo caso su acción sería necesariamente nula, se comprende desde luego que debe haber una separación determinada, para la cual la influencia ha de ser máxima; los ensayos mostraron que esta separación estaba comprendida entre los 1,50 y 0,80 metros, por lo que se creyó indicado el empleo de uno de dichos espaciamientos, habiéndose decidido por el de 1,50, que presentaba la ventaja de disminuir menos la sección media de la galería, lo

que era ventajoso, dadas las dimensiones ya débiles de la misma. En consecuencia, todos los demás ensayos que vamos a describir se realizaron en galería con separación entre cuadros de 1,50 metros.

b) Influencia de la composición del carbón y de la proporción de polvos incombustibles mezclados a los carbonosos.—Los ensayos de este grupo tratan de determinar la influencia de dos factores muy importantes. Por una parte, se sabe que las distintas clases de carbones dan polvos más o menos inflamables, por lo que el interés de un Ingeniero es determinar cuál es el grado de inflamabilidad del carbón de la mina que dirige y qué relación tiene con el peligro relativo de una explosión; por otra parte, hay que ponerse en las condiciones de la práctica y ésta ya se sabe que en la mina da lugar a que sobre los polvos carbonosos caigan proporciones más o menos grandes de polvos incombustibles que pueden obrar sobre el grado de inflamabilidad de la mezcla; además se sabe que la adición de polvos incombustibles a los yacimientos de polvos es uno de los medios más preconizados para evitar el peligro de una inflamación; por todo ello es de capital importancia conocer, para cada carbón, el grado de eficacia correspondiente a cada porción de polvos incombustibles que se le agregue.

En todos los ensayos conducentes a esta determinación se quiso operar en condiciones análogas para tener resultados perfectamente comparables. Así, se escogió para todos ellos la misma proporción de polvos, 450 gramos por metro cúbico, y su grado de finura fué tal que sólo daba un rechazo de 5 a 10 por 100 en el tamiz núm. 200. Los ensayos se han realizado para los dos límites antes citados.

Los resultados obtenidos han puesto claramente en evidencia la influencia de la naturaleza del carbón, o, si se quiere mejor, de su contenido en materias volátiles. Si,

como una primera aproximación, se considera la proporción en materias volátiles como definidora de la naturaleza del carbón, se observa que la influencia de este factor se hace sentir, sobre todo, para proporciones relativamente bajas. De una manera general, los polvos de carbón son tanto más inflamables cuanto más ricos son en volátiles; pero por encima del 25 por 100 la variación producida por las materias volátiles es apenas sensible; por el contrario, por debajo de dicha proporción cada disminución de algunas unidades en la proporción de volátiles produce una baja bien marcada en el límite de inflamación. De una manera correlativa a este resultado la acción de los polvos incombustibles es sensible, sobre todo para las dosis elevadas; basta así que dicha proporción pase del 60 al 70 por 100 para que se pase del límite 1 al límite 2 en la inflamabilidad de la mezcla considerada.

c) Influencia combinada de la composición del carbón y de la proporción de materias incombustibles para polvos de finura y cantidad variables.—Los ensayos de este grupo tuvieron por objeto ver si los límites de inflamabilidad definidos y determinados por los ensayos del grupo anterior, en el cual, como es sabido, se operaba siempre sobre polvos muy finos y en proporción uniforme de 450 gramos por metro cúbico, estaban sujetos a variación cuando se modificaba la proporción de polvos por metro cúbico, o el grado de finura de los polvos, o ambos factores a la vez. Se realizaron numerosos ensayos con este fin y de sus resultados se pudieron deducir las consecuencias siguientes:

En unos cuantos ensayos, en los que se ha operado sobre la carga de 450 gramos, se ha visto que la inflamabilidad disminuía con la proporción de partículas finas en el polvo empleado y que para conservar el mismo grado de inflamación era preciso disminuir la proporción de productos incombustibles.

En otros ensayos, en los que se ha operado sobre polvos de finura constante, pero en los que se ha hecho variar la cantidad de los mismos por metro cúbico de galería, se ha comprobado que a medida que aumentaba dicha proporción se observaba un aumento de inflamabilidad que exigía un aumento en la proporción de cenizas de la mezcla para volver a los grados definidos por los límites 1 y 2, pero que este aumento de inflamabilidad no ha sido muy considerable. En otros ensayos realizados con el mismo objeto, pero operando con polvos gruesos, se ha obtenido un aumento del grado de inflamabilidad más marcado que cuando se operaba con polvos finos.

Muchos de los ensayos realizados han permitido formarse una idea bien precisa acerca del grado de acción de las partículas incombustibles; se ha visto que una variación de 10 por 100 en la proporción de materias incombustibles produce efectos mucho más marcados sobre los límites de inflamabilidad correspondientes a las proporciones elevadas de cenizas que en los correspondientes a las proporciones bajas, o sea que la acción neutralizadora de las cenizas crece más que proporcionalmente a su contenido.

Se observó también que las variaciones en la proporción de partículas finas tienen un efecto más marcado sobre el límite de inflamabilidad cuando los elementos finos son escasos que cuando son abundantes. Evidentemente, ni el grado de finura solamente ni la proporción por metro cúbico son suficientes para definir la inflamabilidad en iguales condiciones de composición de carbón y de contenido en cenizas; dicha inflamabilidad parece mejor una función de esas dos variables, estándose tentados de tomar su producto.

Por último, unos ensayos finales han tratado de buscar la influencia de la pulverización extrema, habiéndose deducido de ellos que en la medida de los ensayos la influencia de la finura extremada era tal que se podía dejar de tener en cuenta sin error sensible.

d) Influencia del riego con variación de la composición del carbón, de la cantidad y grado de finura de los polvos y de la proporción en materias incombustibles.—Bien sabida es la acción contraria a la inflamabilidad que ejerce el agua. Para completar los estudios incompletos realizados en la tercera serie sobre la acción del agua se realizaron numerosos ensayos en la serie que nos ocupa. Respecto a ellos hace notar Mr. Taffanel que el estudio de la acción del agua es más delicada que la de la acción de las materias incombustibles, porque mientras éstas se hallan en la práctica casi siempre mezcladas de una manera homogénea con los polvos de carbón, el agua unas veces forma una mezcla íntima con los polvos de las galerías, siendo entonces calificada de *humedad*, y otras, por el contrario, se halla separada en mayor o menor grado de los polvos, formando charcos, regueros o humedad de las paredes no polvorientas. Se presumía que la acción del agua no era la misma en estas diversas circunstancias y se ha tenido cuidado de variar las condiciones de los ensayos para tener en cuenta esta diversidad. En algunos ensayos se han preparado mezclas homogéneas de agua y polvos vertiendo sobre un peso determinado de éstos una cierta cantidad de agua y mezclándolos cuidadosamente con la mano hasta que el conjunto esté húmedo con uniformidad. Las materias húmedas se han esparcido así sobre el suelo de la galería, como de costumbre, y se procedió al tiro, sin detención, con el fin de reducir al mínimo la tasa de evaporación.

Se trató también de realizar las condiciones de una galería de mina naturalmente seca y en la que se practicaba de tiempo en tiempo el riego de los polvos. Ya, al tratar de los ensayos de la cuarta serie, expusimos lo difícilmente que se mojan los polvos y las irregularidades de humedificación de los mismos por el riego. Algunos ensayos comparativos se han realizado adicionando al agua 15 por 100 de

jabón, observándose que dicha adición modificaba la tensión capilar y bastaba para asegurar el mojado perfecto de los polvos; antes del ensayo no se encontró ninguna masa de polvos secos como se encuentran cuando se riega con agua pura.

Por último, en algunos ensayos se ha distribuido el agua, en parte sobre el suelo donde se habían depositado polvos y en parte sobre las paredes, poco o nada polvorientas, mediante una jeringa.

Los ensayos se han realizado con dos tipos de carbones, de los cuales uno se había escogido en la zona de gran inflamabilidad y el otro en la de inflamabilidad media; por otra parte, teniendo en cuenta que el agua no moja con la misma facilidad las partículas finas y las gruesas, se hizo variar también el grado de finura del polvo ensayado, y en algunas experiencias se ha estudiado además cómo se completan las acciones neutralizadoras de los polvos incombustibles y del agua.

De los resultados de los ensayos se dedujo que los pesos de agua necesarios para neutralizar los polvos variaban en proporciones muy separadas, según las condiciones de los ensayos, desde los valores más débiles hasta más de un kilogramo por metro cúbico de la galería. Se vió que las cifras halladas eran muy diferentes, según que se tratase de una mezcla íntima de agua y polvos o de un riego en el cual el agua se hubiese repartido desigualmente. Además, se vió que las cantidades de agua necesarias dependían esencialmente de la naturaleza del carbón, del grado de finura de las partículas y de la cantidad depositada. Se observó que las cantidades de agua necesarias se doblan aproximadamente cuando los pesos de polvos pasan de 450 a 900 gramos. Cuando en lugar de una mezcla íntima se tiene una humidificación regular, era preciso duplicar la cantidad de agua para obtener los mismos resultados; el agua de jabón no ejercía acción ninguna apreciable. El agua que mo-

jaba las paredes no parecía tener una acción neutralizadora muy activa, y por otra parte, no se observó variación sensible entre los resultados obtenidos cuando se regaba con una regadera que cuando se empleaba la jeringa.

En lo que se refiere a la acción combinada de las diversas variables, se observó que, a igualdad de las demás condiciones, era precisa menos agua para neutralizar polvos con 10 por 100 de volátiles que otros con 32 por 100, y que las proporciones de agua necesarias son mucho menores que las de materias incombustibles, en el caso de ser íntima la mezcla; pero si la mezcla no era uniforme, se vió que para polvos con 32 por 100 de volátiles la proporción de agua necesaria era aproximadamente la misma que la proporción límite de materias incombustibles.

En cuanto a la influencia combinada del riego y de la variación de finura, estaba de acuerdo con lo que se había podido prever, ya que, a medida que los polvos eran más gruesos, precisaba una proporción menor de agua para neutralizarlos.

Por último, la influencia combinada del riego y de la variación de cantidad ha mostrado, como era lógico, que a medida que se aumentaba la cantidad por metro cúbico de galería, era precisa una cantidad mayor de agua para su neutralización.

e) **Influencia de la proporción de grisú, con variación de la composición del carbón y de la proporción de partículas incombustibles.**—Aunque antiguamente se habían realizado algunos ensayos con aparatos de laboratorio para determinar la influencia que en el grado de inflamabilidad de los polvos de carbón ejercía la presencia de alguna proporción de grisú, estos ensayos, entre los cuales son de citar más especialmente los de M. Galloway, se habían realizado en escala muy distinta de la realidad y con causas de inflamación muy diferentes de las que ocurren en la prácti-

ca. Por otra parte, en ninguna de las series anteriores de ensayos, realizadas en Lievin, se ha llegado a un conocimiento preciso acerca de dicha influencia y, por todo ello, se creyó necesaria la realización, dentro de la serie que nos ocupa, de ensayos que permitiesen fijar de manera clara y dentro de la escala práctica de los experimentos, el papel que podía desempeñar el grisú en una explosión de polvos, y cuyo conocimiento era de la mayor importancia, dada la posibilidad de que en una región polvorienta de una mina exista grisú en mayor o menor proporción. Desde luego se pensaba que la acción del grisú podía establecerse *a priori* que era favorable a la producción de explosiones, puesto que se sabe que el grisú puede propagar una explosión, cualquiera que sea la naturaleza de los polvos existentes en la galería.

Los ensayos realizados en la sexta serie acerca de este punto, se llevaron a cabo bajo las condiciones de tiro del límite 1 antes citado, o sea bajo la acción del bocazo de 240 gramos de dinamita-goma, pero sin un yacimiento-cebo especial colocado antes del yacimiento a estudiar; en estas condiciones se procedió de manera que en los 30 primeros metros de galería hubiese una atmósfera grisuesa en la cual se conociese con exactitud la proporción de grisú. Para ello se procedió de manera análoga a la seguida en aquellas explosiones de otras series, en la que se empleaba como causa inicial una mezcla de dicha índole, o sea que se limitaba la galería colocando a los 30 metros del origen un diafragma de papel no poroso, extendido entre dos cuadros de hierro; en la cámara así formada se inyectaba, por un orificio situado en el fondo de la galería, una mezcla de aire y grisú en la proporción deseada, haciendo que esta mezcla fuese desalojando el aire contenido en la cámara, que iba saliendo por un orificio situado en la base de la galería junto al tabique de papel; la inyección de mezcla se continuaba hasta que la composición del gas, que salía por dicho

orificio, era la misma que la de la mezcla inyectada, después de lo cual se cerraban ambos orificios y se daba fuego al explosivo.

Los ensayos se realizaron con dos tipos diversos de carbón: uno de gran inflamabilidad y otro de inflamabilidad media. En ambos casos se buscó el límite de aptitud a la propagación, compensando el aumento de inflamabilidad por un aumento en la proporción de materias incombustibles. Los ensayos en cuestión probaron que un aumento en la proporción de grisú de 0,5 por 100 producía una elevación del límite de inflamabilidad, correspondiente a una elevación de 4 a 6 por 100 de la proporción necesaria de materias incombustibles.

f) Influencia de la importancia de la explosión inicial.

Después de haber comprobado, por los ensayos que acabamos de describir, que de una manera general las condiciones límites de aptitud a la inflamación de un yacimiento dado de polvos de carbón dependían esencialmente de la violencia o de la importancia de la explosión inicial, para lo cual se emplearon dos medios distintos de componer esta explosión inicial, pareció interesante completar el estudio de la influencia de esta explosión inicial dando a la variable correspondiente otros dos valores que correspondiesen a explosiones más importantes. Para ello se buscó un límite componiendo la zona cebo, no de 10 metros, sino de 20 de polvos eminentemente favorables a la inflamación, que fuesen muy puros, secos y de un alto grado de finura y cuya proporción en materias volátiles era del 30 por 100, y otro límite componiendo el yacimiento cebo por una zona de 30 metros de dichos polvos.

Con el primero de estos nuevos límites se ha necesitado aumentar, para compensar la agravación de las condiciones iniciales, la proporción de materias incombustibles en un 10 por 100. En cuanto al otro nuevo límite, no se pudieron

realizar sino pocos ensayos, los cuales mostraron en líneas generales que las explosiones así producidas eran muy difíciles de detener, aun por una esquistificación muy intensa.

g) Influencia de la posición del punto inicial con relación al fondo de saco de la galería.—Se realizaron algunos ensayos para determinar la influencia, ya observada anteriormente, de la posición del cañón, no colocándole en el fondo de la galería, sino a mayor o menor distancia del mismo, con el fin de ver el efecto que sobre las ondas iniciales de aire y las llamas ejercía la existencia de espacios de expansión. Las circunstancias por que atravesó Francia en la época en que se estaban empezando estos ensayos, no permitieron proseguirlos, así como tampoco los que con un carácter de más generalidad se iban a emprender en unas galerías de la mina de Montvicq; pero los realizados mostraron que, a medida que se alejaba el punto inicial del fondo de la galería, se observaba una atenuación bien marcada de los efectos de la explosión.

Como consecuencia de todos los ensayos de esta serie, que hemos resumido tan brevemente, se estableció una forma empírica destinada a la clasificación de los yacimientos de polvos de carbón. Su exposición, así como la de las interesantes conclusiones de esta serie, la haremos en la segunda parte de esta Memoria al ocuparnos de las medidas de carácter práctico deducidas de los diversos estudios realizados en las diversas naciones.

CAPITULO XI

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN INGLATERRA

También en Inglaterra, como en Francia, el punto de partida de las experiencias en gran escala sobre la cuestión de los polvos de carbón fué la catástrofe de Courrières. En el informe establecido sobre este accidente por la Royal Commission of Mines, un Comité, formado por místeres Garforth, W. N. Atkinson y Hall, proponía la creación de una instalación de gran extensión, en la cual se realizaría una larga serie de ensayos, con la colaboración financiera de los explotadores de minas ingleses y del Gobierno inglés; este último, sin embargo, no pudo contribuir a esta investigación, que por ello se llevó a cabo únicamente por los hulleros, representados por la Mining Association of Great Britain, bajo la dirección de un Comité constituido por sir Lindsay Wood, que representaba a las regiones de Northumberland, Durham y Cumberland; míster W. E. Garforth, representante de Yorkshire, Staffordshire y Midland; Mr. C. Pilkington, representante de Lancashire y North Wales, y Mr. W. W. Hood, que representaba a South Wales; la cual inició sus trabajos empezando a construir una gran galería de ensayos en la hullera de Altofts (Normanton, Yorkshire), bajo la dirección de míster W. E. Garforth.

Descripción de la Estación de Altofts (fig. 28).—Esta galería, que primeramente se pensó en construir en el interior de la mina, para estar así en las condiciones más aproximadas a las de la realidad, si bien se desistió luego de ello a causa de los inconvenientes y dificultades que presentaba, se instaló en la superficie, estando constituida

por cuerpos cilíndricos de viejas calderas Lancashire, tan empleadas en Inglaterra, que tenían un diámetro interior de 2,30 metros y cuyas chapas eran de un espesor de 9,5 milímetros. Los elementos constitutivos de la galería, o sean las diversas calderas, tenían un largo de 8 a 10 metros y estaban unidas unas a otras mediante tornillos, sin ninguna disposición especial que asegurase la estanqueidad de las juntas.

En el interior se dispuso un piso de hormigón, que reducía la sección útil de la galería a 3.80 metros cuadrados y en el cual se dispuso una vía para estar en análogas condi-

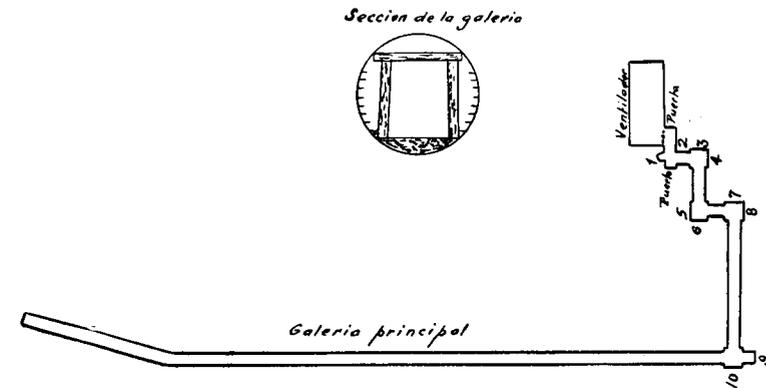


Fig. 28.—Galería de Altofts.

ciones a las de las galerías de minas. Además, se instalaron cuadros de madera, análogos a los empleados en la entibación de las minas, separados 2,75 metros.

La longitud de la galería era de 240 metros, y del extremo cerrado de la misma arrancaba una galería de *vuelta de aire* que, después de formar tres codos en ángulos rectos, para evitar el paso de la llama, terminaba en un ventilador, para realizar las explosiones con corriente de aire, o sea en condiciones análogas a las que se producirían en una galería general de mina; la longitud total de esta galería de vuelta de aire era de 84,50 metros, su diámetro de 1,80 metros y su sección de 2,60 metros cuadrados. En el

extremo de cada trozo rectilíneo estaban dispuestas puertas, en número de diez, con el doble objeto de permitir el fácil acceso a cada trozo y de servir de válvulas de seguridad, en el caso de fuertes presiones desarrolladas en el interior de la galería; estas puertas eran de madera, y de ellas las numeradas una a ocho eran puertas batientes con eje horizontal superior, estando destinadas a proteger el ventilador contra los efectos de una explosión (las cuatro y seis eran de tablas de 16 milímetros y las otras de tablas de 22 milímetros). En cuanto a las puertas nueve y diez, si bien al principio eran también batientes, después se las dejó fijas, desempeñando solamente el papel de válvulas de seguridad por su resistencia menor que la de la galería; ambas eran de tablas reunidas por dos tirantes, teniendo la núm. 10 una superficie libre de 3,80 metros cuadrados y un espesor de tabla de 45 milímetros y la núm. 9 una superficie libre de 2,10 metros cuadrados y un espesor de tabla de 70 milímetros; esta puerta era la que sufría más durante las explosiones.

Para la repartición del polvo en la galería se empleaba una disposición totalmente diferente de la de Lievin, ya que se colocaba, en las cantidades calculadas, en tablas colocadas horizontalmente en la superficie lateral interior de la galería y cuya sección compuesta era aproximadamente la que correspondía a la ofrecida por una galería de mina al depósito de los polvos; las tablas eran en número de 12, estando más abundantes en la mitad inferior que en la superior y ofreciendo un perímetro de depósito igual a la tercera parte del de la galería.

Para la inflamación se empleaba el método, ya general, del barreno que daba bocazo, tirado en un cañón o mortero montado sobre ruedas y dispuesto de modo que podía afectar diversos ángulos de tiro; y para poner en suspensión los polvos se empleaba un método muy ingenioso, diferente también del seguido en Lievin, puesto que, en lu-

gar de ser el tiro inflamador el que ponía en suspensión los polvos en el mismo momento del tiro, en Altofts se empleaba un mortero más pequeño, que se cargaba con 113 gramos de pólvora negra con atacado de arcilla de 7,5 a 10 centímetros de largo y que se creía no era capaz de inflamar los polvos, sino sólo de ponerlos en suspensión por la onda de gases de la explosión; este mortero, que se colocaba en las primeras experiencias a 17 metros del grande, se colocó después a 30 metros, según parece porque se observó que su disparo era capaz en algunos casos de producir la inflamación de los polvos. El tiro destinado a la inflamación se cargaba en los primeros ensayos con 1.130 gramos de pólvora negra y después sólo con 680 gramos; en los dos casos el atacado se hacía con arcilla en una longitud de 20 centímetros; se dirigió siempre el cañón hacia el orificio de la galería, dándole una inclinación de 32 a 45 grados según los diversos ensayos.

En muchos ensayos se introdujo en el interior de la galería, pero dejándole cerca del orificio, un vagón de madera del tipo corriente, con el fin de observar el efecto que ejercía al producir una disminución de sección y ver también los efectos dinámicos de la explosión sobre él.

Para determinar el paso de la llama se empleaban copos de algodón pólvora, sujetos a los cuadros de mina y que ardían en todo el recorrido de la llama. Para las presiones se empleaban manómetros registradores Richard, y para las tomas de gases autocaptoreadores de cierre hidráulico.

De los ensayos realizados en esta galería, los más interesantes han sido los realizados en 1908, en los cuales se han hecho variar la longitud de galería, la naturaleza y disposición de las válvulas de seguridad, la longitud y posición de la zona de polvos carbonosos, la presencia de zonas sin polvos y de zonas de polvos estériles, la extensión de la entibación, y, finalmente, las condiciones climatéricas. Desgraciadamente, los ensayos no permiten su com-

paración sistemática, porque hay, además, otras variables que han experimentado pequeñas variaciones no tenidas en cuenta.

En la figura 29 damos unos gráficos, trazados según los resultados de los ensayos. En ellos hay que tener en cuenta que los diversos trozos de galería han sido figurados unos a continuación de otros, con soluciones de continuidad; los números 2 a 10 corresponden a las puertas que en ocasiones y cuando ello ofrecía interés, han sido figuradas por pequeños trazos verticales; cuando a éstos se unían trazos oblicuos, se quería indicar así que la puerta considerada estaba fija.

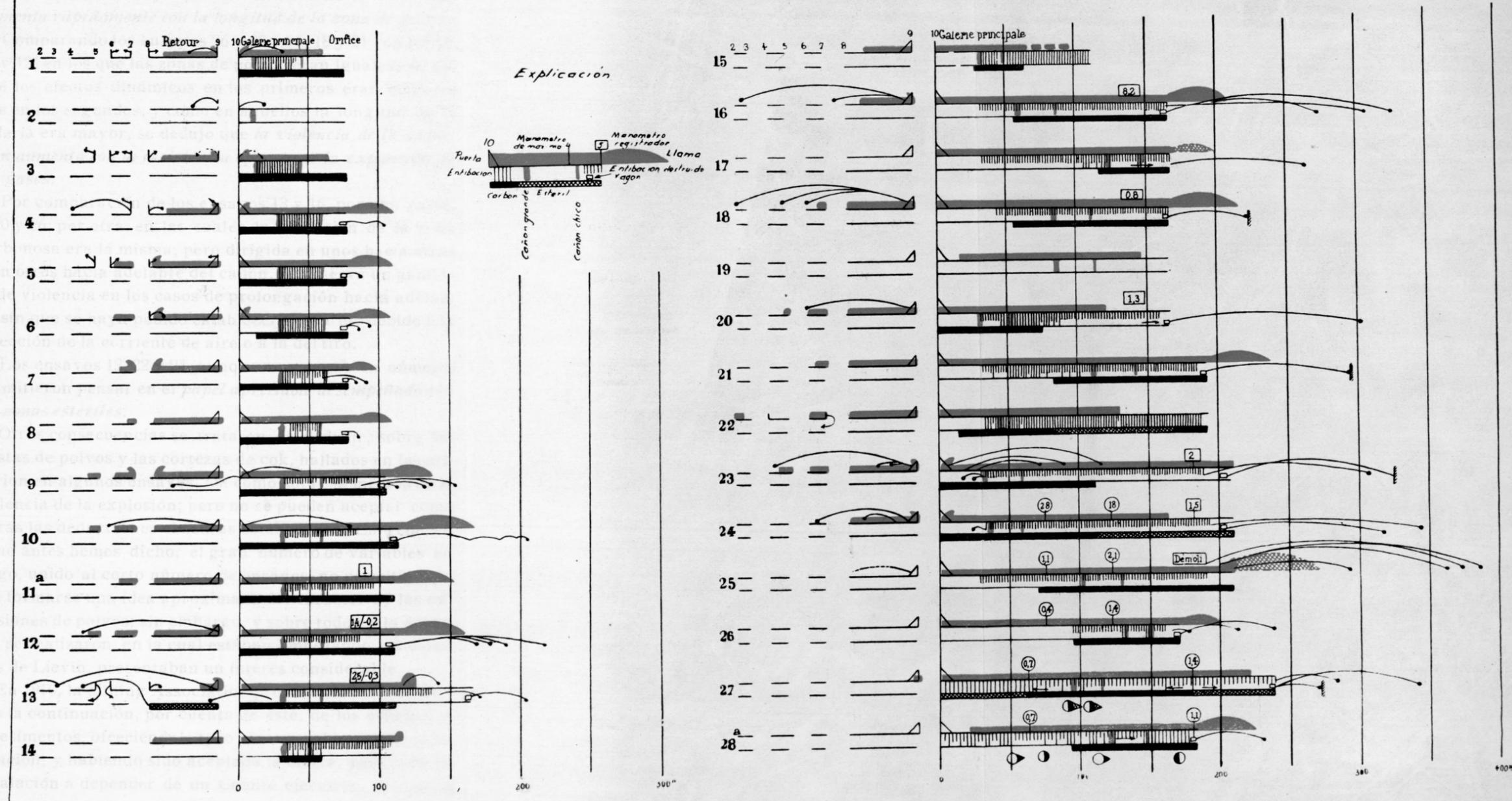
Como indicaba acertadamente el Ingeniero de Minas francés Laprinze-Ringuet, en su artículo (1) acerca de estos ensayos, es bastante difícil deducir conclusiones que ofrezcan un cierto carácter de generalidad, a causa de que siendo tan grande el número de variables que concurrían a producir el efecto obtenido, no era posible deducir de un número tan pequeño de ensayos (28) ni siquiera el papel desempeñado por las más importantes. Sin embargo, se pueden sacar algunas consecuencias si se agrupan los hechos convenientemente.

Así, fijándose en los efectos producidos por delante y por detrás del mortero de tiro, y en que la llama parece siempre extenderse más hacia delante que hacia atrás, y observando atentamente los resultados de las dos explosiones más violentas, que fueron los ensayos 13 y 25, se creyó poder establecer que *la velocidad de propagación de la llama aumentaba con la violencia de la explosión.*

Comparando los efectos dinámicos obtenidos en los ensayos seis, siete y ocho, en los que la zona de polvos era de 62 y de 78 metros, con los 10, 11 y 12, con una zona de

(1) Les expériences anglaises sur les poussières de houille, Ann. Min., XIV, 8^{ème}.

Fig. 29.—Experiencias de Altofts.



112 metros, se dedujo que *la violencia de la explosión aumenta rápidamente con la longitud de la zona de polvos.*

Comparando los ensayos 26 y 27 y 16, 18 y 21 con los 10, 11 y 12, en los que las zonas de polvos eran iguales, se vió que los efectos dinámicos en los primeros eran mayores que en los segundos, y como en aquéllos la longitud de la galería era mayor, se dedujo que *la violencia de la explosión aumenta con la resistencia opuesta a la expansión de los gases.*

Por comparación de los ensayos 13 y 16, por una parte, y 20 y 26, por otra, en las cuales la extensión de la zona carbonosa era la misma, pero dirigida en unos hacia atrás y en otros hacia adelante del cañón, se observa un aumento de violencia en los casos de prolongación hacia adelante, sin que se haya podido establecer si esto era debido a la dirección de la corriente de aire o a la del tiro.

Los ensayos 13, 22 y 24, aunque muy pocos en número, permitieron pensar en el *papel apreciable desempeñado por las zonas estériles.*

Otras consecuencias se trataron de deducir, sobre las aristas de polvos y las cortezas de cok, hallados en la entibación en algunos ensayos, así como sobre la medida de la violencia de la explosión; pero no se pueden aceptar como claras las deducciones oscuras establecidas. En general, como antes hemos dicho, el gran número de variables en juego, unido al corto número de ensayos, no permitió más que formarse una idea aproximada del carácter de las explosiones de polvos; sin embargo, y sobre todo en la época que se realizaron, en la cual estaban empezando los estudios de Lievin, presentaban un interés considerable.

En 1910, la Mining Association propuso al Gobierno inglés la continuación, por cuenta de éste, de los estudios y experimentos, ofreciéndole todo el material instalado en la Estación, y habiendo sido aceptada la oferta, pasó toda la instalación a depender de un Comité ejecutivo, presidido

por sir H. Cunynghame, y que, asistido en concepto de consultores por los miembros de la Royal Commission on Mines y por los del Coal Dust Committee de la Mining Association, dirigió los ensayos realizados a continuación de éstas, pero en el nuevo emplazamiento de Eskmeals.

CAPITULO XII

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN INGLATERRA

(Continuación.)

Los trabajos del «Explosions in Mines Committee».

Estos trabajos versaron sobre diversos puntos en relación con la cuestión de los polvos de carbón, habiendo sido descritos en seis informes diferentes elevados a la «Secretary of State for the Home Department». De todos ellos nos ocuparemos en extracto en estas páginas, salvo de una serie que ha constituido el objeto del tercer informe y que, refiriéndose a la acción de los polvos incombustibles sobre la propagación de la combustión en medios gaseosos, se sale ya del objeto de este estudio. Empezaremos por ocuparnos de los ensayos de laboratorio que, aunque descritos en el segundo informe, deben cronológicamente considerarse en primer lugar.

A.—Investigaciones de laboratorio.

Estos experimentos (1) han sido realizados por mister Wheeler, químico y jefe de la estación de Altofts, y que pasó con el mismo cargo cuando todo quedó bajo la dirección del «Explosions in Mines Committee».

(1) Fourth Report... of the «Explosions in Mines Committee», 1913.

Su realización ha consistido esencialmente en soplar, bajo condiciones invariables, una nube de polvos de finura y densidad conocidas, sobre un manantial de calor, que estaba constituido por una hélice de platino de 17 milímetros de largo y 1,5 milímetros de diámetro, por la cual se hacía pasar para calentarla una corriente eléctrica. Se buscó la temperatura a la cual era preciso llevar a dicha hélice para que se inflamase la nube de polvos con su contacto.

Los ensayos mostraron que la temperatura en cuestión es casi constante para todos los realizados en las mismas condiciones, pudiéndose tomar el valor hallado para uno cualquiera de ellos, con una aproximación de cinco grados, y que para distintos tipos de carbones la temperatura varía entre límites bastante separados (995 grados y más de 1.400 grados).

Se trató, en vista de estos resultados, de hallar una relación entre la temperatura y una de las variables que pueden servir para definir la naturaleza de la hulla, y después de ver por varios ensayos que la variante buscada no podía ser el contenido en materias volátiles, ya que no había concordancia alguna entre el mismo y la temperatura, y que más bien se observaban serias discordancias, otros ensayos probaron que la variable podía ser la proporción de *extracto pirídico* de la hulla, o sea la porción de la misma que se disolvía en piridina, por extracción a temperatura elevada con esta substancia.

De las experiencias que nos ocupan, el «Explosions in Mines Committee» deduce la conclusión de que la inflamabilidad de una nube de polvos depende esencialmente de la naturaleza química de la hulla, estando condicionadas sus aptitudes en este respecto, no al contenido en volátiles, que desprende por un caldeo prolongado a alta temperatura, del género de los empleados en los procedimientos de análisis inmediato, sino más bien por la facilidad con la cual la hulla entra en destilación bajo la acción del calor. Funda



esta conclusión en que, por una parte, la temperatura de inflamación varía en sentido inverso de la solubilidad en la piridina, y por otra, que el extracto pirídico desprende gases combustibles, esencialmente constituidos por hidrocarburos saturados, a partir de temperaturas marcadamente inferiores a aquéllas a que empieza la descomposición pirogenada del residuo de la extracción.

B.—*Ensayos en galería.*

Después de realizados los estudios de laboratorio, que acabamos de exponer extractados, el «Explosions in Mines Committee» procedió a la realización de los ensayos prácticos en galería acerca de las explosiones de polvo de carbón. En estos ensayos se han tenido en cuenta los factores siguientes:

Naturaleza de la causa inicial de la explosión.

Proporción de elementos estériles en los polvos ensayados.

Grado de humedad del mismo.

Densidad del yacimiento.

Proporción de grisú en la atmósfera.

Como se ve, no se han tenido en cuenta dos factores que, según hemos visto, los experimentos de Lievin mostraron eran de gran importancia, o sean la naturaleza de la hulla y el grado de finura de los polvos, basándose para ello en una hipótesis establecida por los miembros constitutivos del Committee, según la cual todos los polvos son igualmente aptos a la propagación de una explosión. Más adelante veremos cómo el «Safety in Mines Research Board», organismo que sucedió en 1921 al «Explosions in Mines Committee», rechazó esta hipótesis siguiendo, en los ensayos realizados bajo su dirección, un método completamente distinto del que vamos a estudiar ahora y que era análogo en sus fundamentos al seguido en Lievin.

Los ensayos realizados por el «Explosions in Mines Committee» (1) pueden dividirse en diversos grupos, que exponemos en el orden mismo en que han sido realizados y que son los siguientes:

1.º Estudios accesorios (inflamación por llama de una nube formada, mecanismo de propagación de las explosiones e influencia de los estrechamientos).

2.º Estudio y acción de los polvos incombustibles.

3.º Estudio del riego.

4.º Estudio de la influencia del grisú.

1.º *Estudios accesorios.*—Estos ensayos fueron realizados en la galería de Altofts antes de trasladarla a su nuevo emplazamiento de Eskmeals, habiendo sido dirigidos por el Dr. Wheeler. Consideraremos separadamente los tres objetos de los mismos:

a) **Inflamación de una nube de polvo por una llama.**—

El objeto de estos ensayos fué el determinar si una llama, no acompañada por desplazamiento de aire, era capaz de producir la inflamación de un yacimiento de polvos. Para producir esta llama se empleó un aparato destinado a originar una salida, a presión constante, de una corriente de gas de hornos de cok a través de un tubo o mechero; el aparato en cuestión (fig. 30) consistía en un cilindro vertical A, en el cual se movía un pistón, cuya varilla B estaba dispuesta para admitir en ella la colocación de una serie de discos de plomo C, del peso que se desease; dicho pistón formaba en el fondo del cilindro una cámara cerrada, en la cual se introducía el gas de hornos de cok, que se llevaba en botellas a alta presión y de ella salía un tubo, cerrado en su parte superior por una llave accionada eléctricamente, y prolongado por otro trozo de tubo que, doblado en ángulo recto,

(1) Fifth and Sixt Report... of the «Explosions in Mines Committee».

se introducía en la galería por un orificio, cuyas juntas se cerraban cuidadosamente, y se terminaba por un tubo de mechero dirigido paralelamente al eje de la galería y en la dirección de su orificio libre. Cerrada la llave D, se intro-

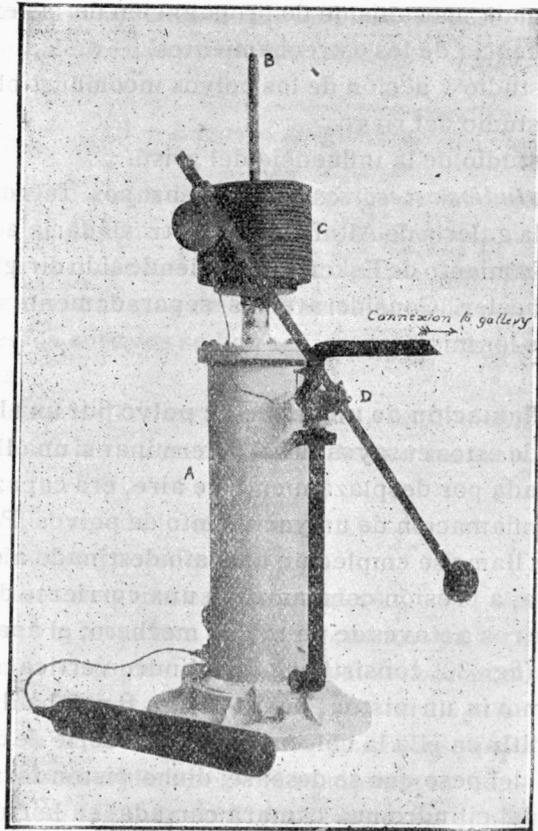


Fig. 30.—Aparato de inflamación del «Explosions in Mines Committee».

ducía el gas en el cilindro, forzando al pistón a subir por la presión del mismo hasta tener en aquél la cantidad deseada, después de lo cual se cerraba la comunicación con la botella de gas; éste quedaba, por tanto, encerrado en el

cilindro a una presión producida por el peso de los discos de plomo C; cuando se quería proceder al experimento se abría, por la acción del mando eléctrico, la llave D, motivando la salida del gas a presión constante por el tubo y mechero y produciéndose su inflamación por una serie de chispas eléctricas que se hacían pasar a través del orificio del mechero. Después de algunos tanteos se logró, mediante un mechero de dos segundos de diámetro (50,8 milímetros), y bajo una presión absoluta de 20 libras por pulgada cuadrada (2,4 atmósferas), producir una llama de tres a cuatro metros de longitud y un diámetro de 30 centímetros dirigida en el interior de la galería hacia su orificio.

Se vió que en estas condiciones dicha llama no era capaz de producir la inflamación de un yacimiento de polvos en reposo, colocado en el suelo y las paredes de la galería, por muy grande que fuera su cantidad, pero que si el polvo se había puesto previamente en suspensión, se lograba la inflamación de la nube. Para conseguir esta suspensión se dispuso el polvo en una serie de tablas colocadas paralelamente a la galería y colgadas del techo de ésta a unos 20 centímetros del mismo; estas tablas tenían 150 milímetros de ancho y un largo de 3.60 metros, estando suspendidas de tal modo que, en el momento de producirse la llama del gas, cayeran por la abertura de unos cerrojos accionados eléctricamente; esta caída era primero de 150 milímetros verticales, sin perder su paralelismo, después de lo cual se volcaban, lanzando, por este movimiento combinado, toda su carga de polvos a la atmósfera de la galería, en la cual quedaban así en suspensión; estas tablas se extendían en una zona de galería de 150 pies (50 metros) a partir del mechero de gas y en la dirección del orificio. El suelo de la galería estaba recubierto de un yacimiento de polvos en una longitud de 350 pies (115 metros).

En los tres ensayos realizados de este modo se logró en dos de ellos producir una propagación de la inflama-

ción que, después de recorrer toda la galería, se extendió más de 35 metros en el exterior, mientras que en el tercero la llama sólo se extendió 200 pies en el interior de la galería a partir del punto de inflamación. Otros ensayos, en los cuales la nube formada no se extendía más que en una longitud de 100 pies, o sea alrededor de 30 metros, no se logró propagación de la inflamación, de donde dedujo Mr. Wheeler que la distancia de 150 pies era la mínima necesaria para conseguir dicha propagación.

Lo interesante de estos ensayos es que muestran que una llamarada de grisú producida en la corona de una galería en atmósfera tranquila y sin nube de polvos puede no producir una inflamación de éstos; pero que si por una causa cualquiera esta nube se formase, la explosión se originaría casi seguramente. Confirma además la idea, ya existente, acerca de que uno de los requisitos esenciales para la producción de una propagación de llama era la existencia previa de una onda de aire que pusiese los polvos en suspensión.

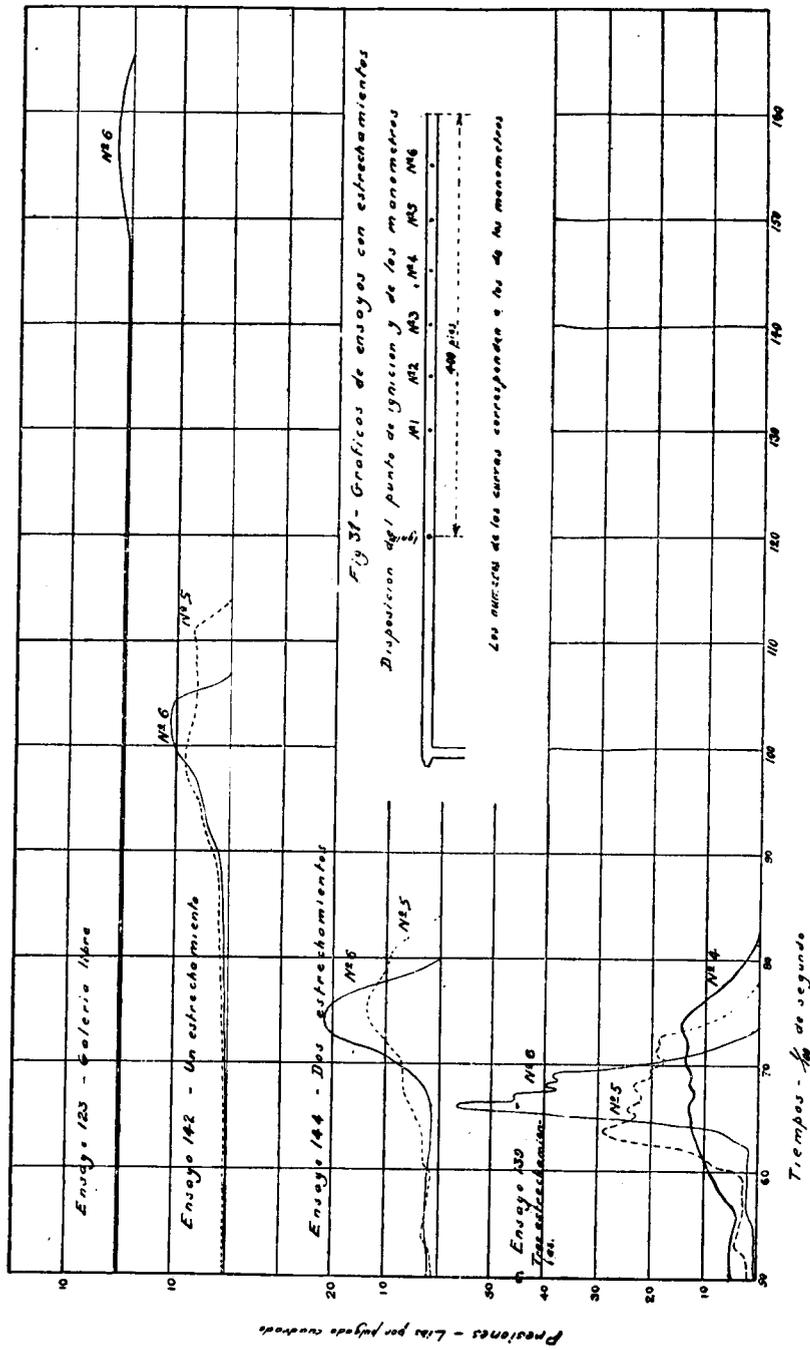
b) Mecanismo de propagación de las explosiones.—

Los ensayos realizados para estudiar este punto tan importante se llevaron a cabo en la forma general seguida en Altofts, y que ya hemos descrito, poniendo en suspensión los polvos previamente por el tiro de un pequeño barrenito y disparando después el barrenito grande en el seno de la nube formada. Se prestó especial atención al registro de las presiones colocando diversos manómetros registradores en varios puntos de la galería y comparando después sus curvas para estudiar la marcha de subida de las presiones en los diversos trozos de galería. Desgraciadamente, el Committee no sacó de estos ensayos consecuencia alguna interesante por no haber establecido relación entre el movimiento de la llama y la variación de la presión.

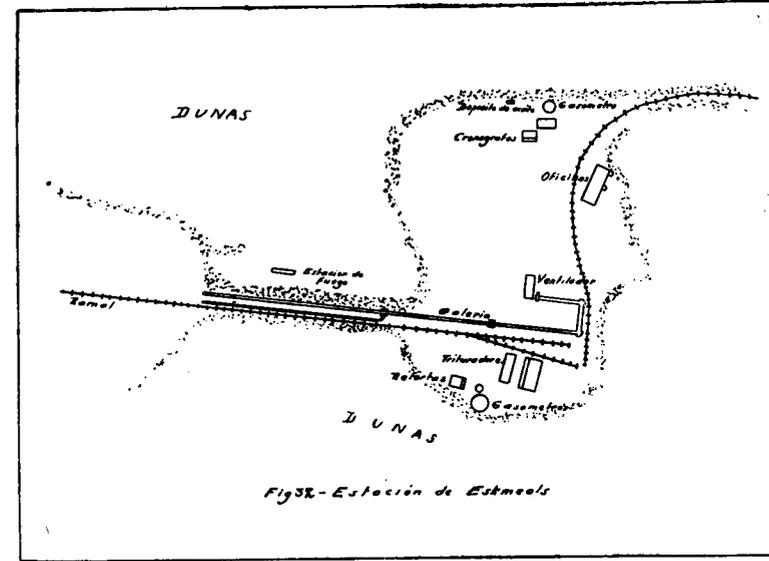
*c) Influencia de los estrechamientos.—*Con el fin de estudiar la acción de los estrechamientos de la galería se colocaron en ésta diversos arcos de angular, cuya pestaña tenía 6'', reduciendo así el diámetro de aquélla de 7' y medio a 6' y medio, o sea de 2,29 a 1,98 metros; se realizaron experimentos colocando sólo uno de estos arcos a los 200 pies del punto de ignición; otros colocando dos arcos a los 200 y 250 pies y, por último, otros con tres arcos a los 200, 250 y 300 pies de dicho punto. En la figura 31 damos las curvas de los manómetros correspondientes a una explosión en cada uno de los casos, comparadas además con las correspondientes a una explosión en la galería sin estrechamientos. Su inspección basta para comprender la importancia de los estrechamientos producidos por los cuadros de la entibación sobre la violencia de una explosión. Estos ensayos fueron, como se ve, similares a los realizados en la sexta serie de Lievin, pero su realización fué muy anterior a los de ésta.

*2.º Estudio y acción de los polvos incombustibles.—*Los ensayos acerca de este punto se realizaron ya en la galería de Eskmeals. Esta galería era la misma de Altofts, que, no pudiendo dejarse en aquel lugar por diversas causas, se trasladó a otro que estuviese casi equidistante de los principales grupos mineros ingleses, y que, estando alejada de lugares habitados, estuviese al mismo tiempo próxima a un ferrocarril que permitiese el rápido transporte de los materiales necesarios. Este lugar fué el de Eskmeals, instalándola en las dunas contiguas al polígono de ensayos de cañones de las fábricas Vickers, cuyo ramal de ferrocarril, derivado de la línea de Furness, llegaba hasta el mismo emplazamiento de la estación.

A la gran galería de Altofts, de un largo de 800 pies, se le añadió una galería paralela de 400 pies de longitud y un diámetro de tres pies, unida a la primera mediante codos rectos, y que tenía con ésta sus extremidades libres



a la misma distancia. La galería principal estaba además provista de una derivación en ángulo recto en un extremo, estando comunicada mediante ella con la caseta en la que estaba instalado el ventilador. La estación se completó con instalación para la trituración del carbón, central eléctrica, instalación de retortas para destilar carbón y producir gas de hulla, para ensayos y usos caloríficos, gasómetros para almacenarlo, laboratorios, casa habita-



ción, sala de cronógrafos, pequeñas estaciones protegidas para la observación de los ensayos, y una gran estación, protegida también contra las proyecciones, y en la cual se hallaban los aparatos de control y los registradores; esta estación estaba constituida por un trozo de caldera análogo a los empleados en la gran galería. En la figura 32 damos un plano del conjunto de la estación y en las 33 y 34 unas vistas de la galería y de la estación de fuego (Firing Station).

En las experiencias consagradas al estudio de las ex-

plosiones propiamente dichas el polvo se repartía, sea en una, sea en otra de las dos galerías, sea a la vez en las dos, y en este caso la puerta situada en la comunicación de las dos galerías se dejaba abierta. Para producir la explosión se empleaba el tiro de 680 ó de 795 gramos de pólvora negra, cargados en un mortero cuyo orificio tenía 2'' de diámetro y 840 milímetros de profundidad con un atacado de 8'' de arcilla. El mortero se colocaba sobre el suelo

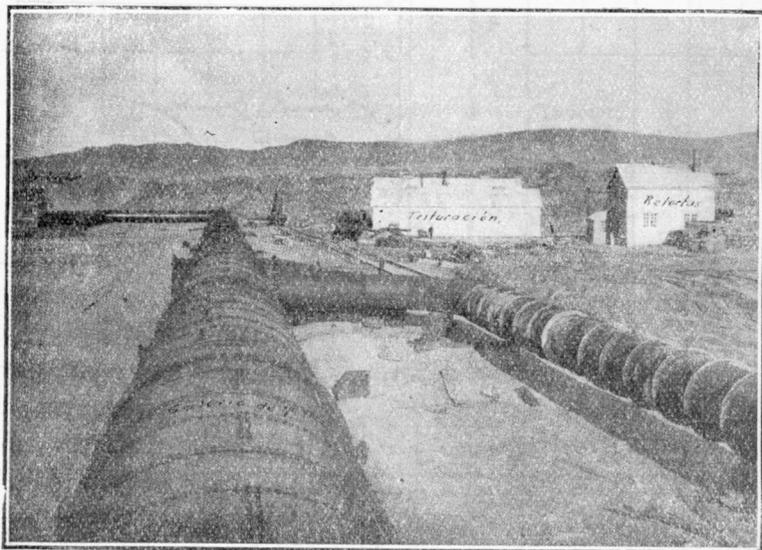


Fig. 33.—Vista de la estación de Eskmeals.

y en ocasiones su extremidad podía aflorar a la extremidad de un tubo de chapa de 3'' de diámetro y 10'' de largo, cuyo objeto no era otro que el de canalizar los gases de la deflagración del explosivo y favorecer en consecuencia el encendido de los polvos.

Los primeros ensayos realizados con este objeto trataban de estudiar el efecto de los polvos incombustibles sobre inflamaciones de carácter débil, en las cuales las ondas iniciales de aire fueran de importancia reducida, hasta el

punto de poner más fácilmente en suspensión el polvo de carbón que el incombustible, sobre todo si éste no estaba en un grado extremado de pulverización. Para ello se pensó lógicamente en producir la inflamación mediante el dispositivo, ya descrito, de inflamación por llama de gas de hornos de cok, en vista de que los ensayos realizados con este medio de inflamación mostraban que las ondas de aire eran

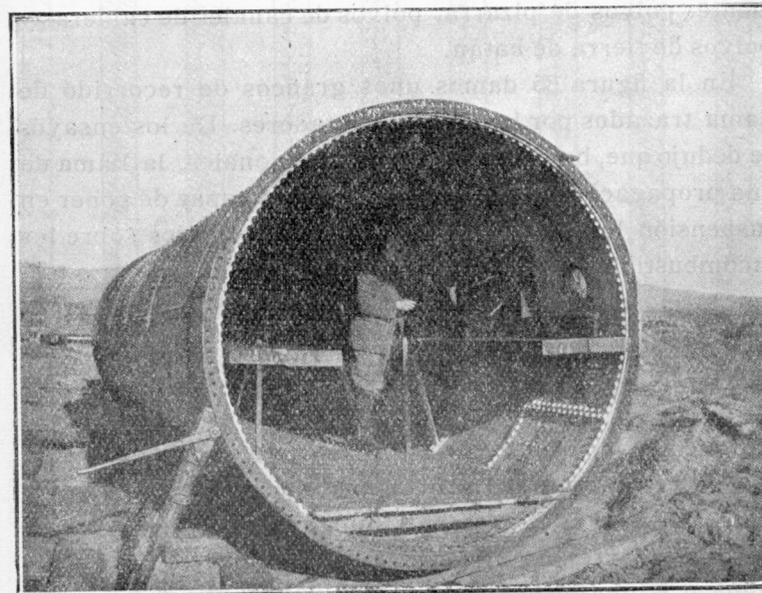


Fig. 34.—Estación de fuego de Eskmeals.

muy débiles y que los efectos dinámicos, por lo menos en las primeras fases, eran casi nulos.

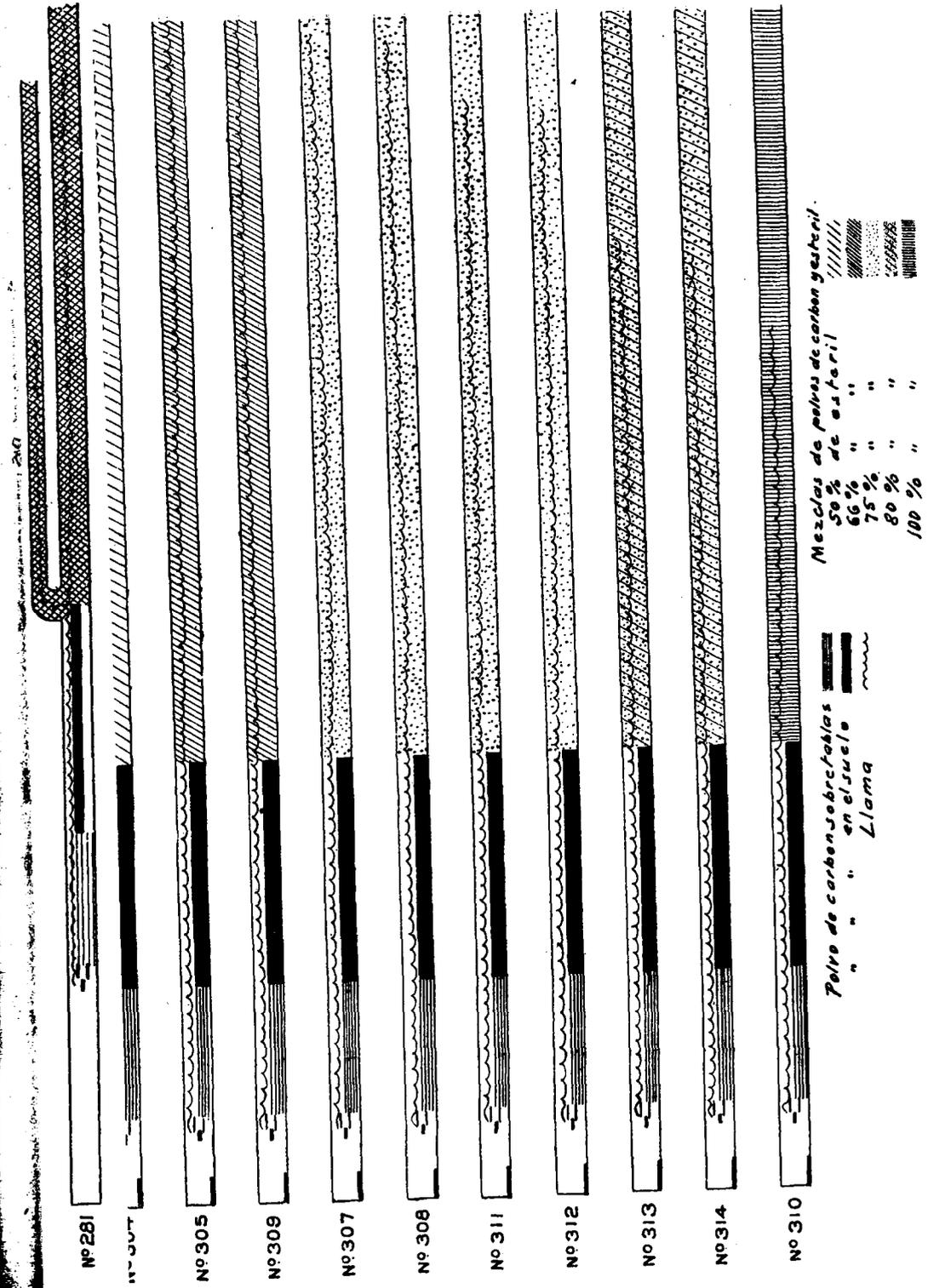
Para ello se colocaban las tablas suspendidas, en las que vimos se cargaba el polvo de carbón en los casos de inflamación por llama en una zona de 100 a 150 metros a partir del punto de ignición, cargándolas con la cantidad de polvo de carbón necesario para que la proporción de éste fuese de libra y media por pie lineal; se producía una

corriente de aire en el mismo sentido que la llama de 500 pies por minuto y en los ensayos en que se emplearon polvos inertes se disponía, a partir de dicha zona de polvos de carbón, otra constituida por estantes fijos de tablas colocados en las paredes y cargados con una proporción variable de polvos incombustibles, recubiertos por una proporción, también variable, de polvos de carbón. En estos ensayos con polvos incombustibles se emplearon sucesivamente: polvos de pizarra, polvos de canales de calderas y polvos de tierra de batán.

En la figura 35 damos unos gráficos de recorrido de llama trazados por los experimentadores. De los ensayos se dedujo que, bajo condiciones excepcionales, la llama de una propagación de inflamación débil es capaz de poner en suspensión los polvos combustibles depositados sobre los incombustibles, dejando éstos en reposo, en mayor o menor proporción, y originando así una nueva nube, en la que se seguirá propagando dicha inflamación; ello muestra la necesidad de vigilar, en el caso de esquistificación, los depósitos de polvos incombustibles para evitar que sobre ellos se pueda formar una capa de polvo de carbón que no esté recubierta por otros incombustibles.

Otros ensayos de esta índole se realizaron con zonas en las que se extendía una mezcla de polvos estériles y carbonosos a igual proporción, hallándose análogamente que si la mezcla era íntima entre los dos la llama de una inflamación débil no las atravesaba; pero que si la disposición era en forma de zonas, estando la de carbón encima, se podía producir la propagación, a menos que los polvos estériles estuviesen en un estado tal de pulverización que su suspensión en el aire se realizase tan fácilmente como la de los polvos carbonosos.

Como resultado de estos ensayos, que pusieron de manifiesto la acción de los polvos estériles en inflamaciones débiles, se pensó por los experimentadores del Explosions



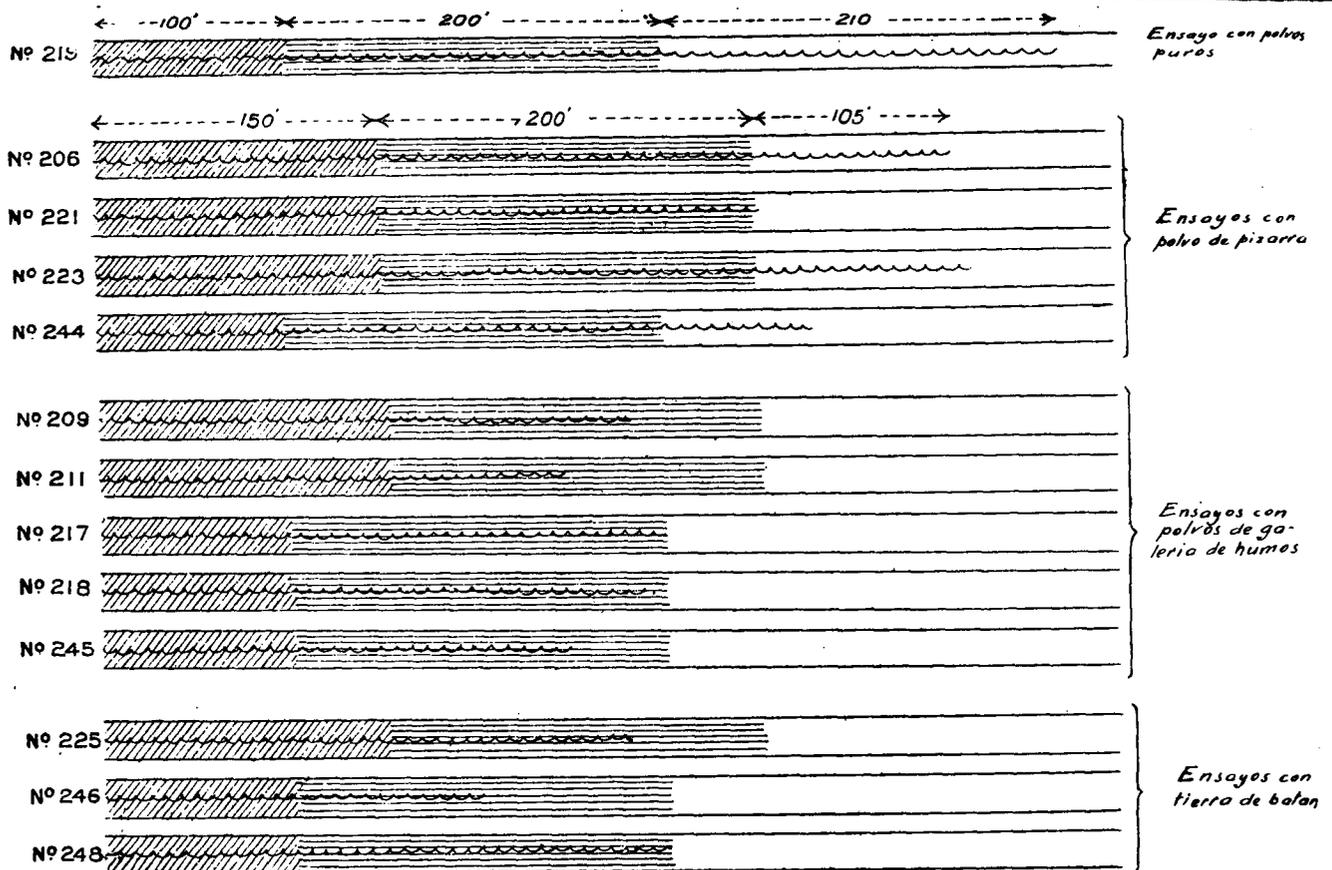


Fig 35- Accion de los polvos incombustibles

Polvo de carbon sobre tablas suspendidas



Polvos de carbon e inertes sobre tablas fijas
Ll a ma



in Mines Committée en la realización de los ensayos conducentes a estudiar la influencia de dichos polvos en inflamaciones violentas. En todos estos ensayos se operó produciendo la inflamación de los yacimientos de polvos mediante la detonación de un explosivo; pero según la forma en que se emplease éste, la posición del cañón y la de la zona o zonas de polvos, se pueden considerar diversas formas de la causa inicial de inflamación, que son las siguientes:

I. Mortero colocado a 200' (60,96 metros) del fondo de la galería. Puerta de ésta libre para que se abriera bajo la acción de la depresión subsiguiente al tiro. El mortero, cargado con 680 gramos de pólvora negra tirada en el interior del tubo antes citado. Yacimiento excitador de 200', con densidad de 364 gramos por metro cúbico.

II. Condiciones análogas a las anteriores, pero el mortero y el tubo se hallaban a 150' (45,75 metros) del fondo y el yacimiento excitador era de 250' (76,20 metros).

III. Mortero y tubo a 15,24 metros del fondo. Yacimiento excitador de 250', con densidad de media libra por pie (162 gramos por metro cúbico).

IV. Condiciones análogas a las anteriores, pero con un yacimiento excitador de igual longitud y 325 gramos por metro cúbico de densidad. La puerta de fondo cerrada y sujeta.

V. Mortero y tubo a 15,24 metros del fondo. Sin yacimiento excitador. Puerta cerrada y sujeta.

VI. Iguales condiciones que anteriormente, pero con un yacimiento excitador de 3,05 metros.

VII. Mortero sin tubo ni yacimiento excitador, colocado a 15,24 metros del fondo de la galería, cuya puerta estaba cerrada y sujeta. Carga de 795 gramos de pólvora negra.

Como materiales incombustibles se emplearon: una pizarra arcillosa, llamada Altofts Shale, pulverizada de modo

que contenía 65 por 100 de elementos que pasaban por el tamiz núm. 28 y 19 por 100 que atravesaban el núm. 200; cenizas de calderas, de las que un 90 por 100 atravesaba el tamiz núm. 28 y 31 por 100 el núm. 200 y, finalmente, por tierra de batán seca y triturada, cuyo grado de pulverización era intermedio entre los dos anteriores. Este último material es el que se empleó con más frecuencia en los ensayos, mientras que los otros sólo se han empleado en algunos ensayos comparativos sobre la influencia de los materiales estériles.

Los experimentos realizados se pueden agrupar en cuatro series diferentes, que vamos a estudiar sucesivamente:

1.º *Experimentos realizados con comunicación entre la gran galería y la derivación de 3' de diámetro.*—Se emplearon en estos ensayos las dos formas de inflamación I y II. En ambos casos, en el yacimiento excitador los primeros 100 pies estaban depositados sobre los estantes laterales de la galería y los 100 ó 150 restantes depositados sobre el suelo; la densidad era siempre de una libra por pie lineal de galería. El yacimiento a estudiar estaba constituido por proporciones diversas de polvos carbonosos y estériles, repartiéndose en unos casos en toda la longitud libre de las dos galerías, después del yacimiento excitador, y en otros casos sólo en una de ellas. Las figuras 36 y 37 dan unos gráficos de estos ensayos, por los que se ve que la mezcla a 1 : 1, o sea a partes iguales de carbón y estériles, no permitía la propagación en la galería principal, a la densidad de dos libras por pie, bajo cualquiera de las dos formas de inflamación; la misma mezcla permite la propagación, con una densidad de una libra por pie, en la galería pequeña, bajo la causa A y no bajo la B; no se observan tampoco propagaciones por mezclas de 2 : 1, o sea 1/3 de carbón y 2/3 de estéril, empleada a la densidad de tres libras por pie en la gran galería y una libra y media en la pequeña, y la de 4 : 1, con densidades de cinco libras en la grande y dos y media en la pequeña.

2.º *Experimentos realizados con la comunicación entre las dos galerías cerradas.*—Las formas de inflamación empleadas en estos ensayos fueron las III, IV, V y VI. En un grupo de estos experimentos, la puerta de hierro, que cerraba la galería en su comunicación con el ventilador, estaba cerrada, pero suelta, de modo que se pudiese abrir hacia dentro, por el efecto de succión producida después de la inflamación, mientras que en otro grupo dicha puerta estaba cerrada y fuertemente sujeta, con el fin de impedir cualquier entrada de aire por detrás del mortero. Los gráficos de estos ensayos están dados en las figuras 38 y 39. Como resultados generales de esta serie se pudo establecer que:

Empleando la forma de inflamación V, si la densidad del yacimiento inicial era de una libra por pie lineal, se observaba propagación o extinción, según que la mezcla de polvos contenía 20 ó 30 por 100 de estéril; si la densidad era de dos libras por pie, se observó propagación, aun con una mezcla de 40 por 100 de estéril, y con cualquier densidad no se logró propagación alguna con una mezcla con el 50 por 100 de estéril.

Si la forma de inflamación empleada era la VI, la mezcla de 50 por 100 de estéril está en el límite de propagación, con una densidad de cinco libras, y la de 60 por 100 de estéril no propaga bajo la densidad de cinco libras y propaga con la de 10 libras.

Con la forma III, ni la mezcla con 50 por 100 de estéril, empleada a la densidad de dos libras, ni la de 67 por 100 a tres libras, producen propagación.

Por último, con la forma IV, la inflamación se propaga con las dos mezclas que acabamos de citar, estando en el límite de propagación la mezcla con 75 por 100, empleada a cuatro libras, y no propagando la de 80 por 100, con una densidad de cinco libras.

3.º *Experiencias realizadas con la comunicación entre*

las dos galerías cerrada y zona excitadora, compuesta de una mezcla de polvos combustibles y no combustibles.—Las formas de inflamación que han actuado han sido las V y VI. Se pueden considerar dos grupos distintos, según que el yacimiento estuviese constituido por una zona de 250', de una mezcla en la que las proporciones de estéril han sido de 10, 20, 30, 40, 50 y 60 por 100 de polvo estéril, seguido, en algunas ocasiones, por un yacimiento débil de mezcla de carbón y tierra de batán, o que, además de este yacimiento, el resto de la galería (500') estuviese cargado con el mismo yacimiento, en las proporciones de 50 y 60-67 por 100 de estéril. Los gráficos están dados en las figuras 40, 41, 42 y 43.

Como resultados generales, se puede establecer que, aunque se mezcle 10, 20 ó 30 por 100 de estéril al yacimiento inicial, no se conseguirá evitar que su llama pase la zona receptora de 2 : 1 de carbón y estéril, pero que la proporción de 40 por 100 de estéril en dicha zona inicial evita dicha propagación.

También permitieron estos ensayos confirmar los resultados establecidos en las series anteriores, o sean que si bien las mezclas de polvo de carbón y polvo estéril, en proporciones iguales, eran difíciles de inflamar, una vez inflamadas podían propagar la llama en toda la longitud de la galería, y que mezclas del 33 al 40 por 100 de polvo de carbón solamente, si bien prolongan la llama de una inflamación inicial, no propagan *en sí* la inflamación.

4.º *Experiencias realizadas en la galería pequeña.*—Estos ensayos tuvieron por objeto aclarar la acción de la mezcla a partes iguales de polvos combustibles e incombustibles, que era difícil de estudiar en la galería grande por sus dificultades de inflamación. Para realizarlos se aisló la galería pequeña de la grande, mediante la puerta de hierro existente en la comunicación, y se sometieron diversas mezclas a la acción de la forma de inflamación VII.

Se observó que la mezcla a 40 por 100 de estéril propagaba la inflamación con la densidad de una libra y que la mezcla 1 : 1, o sea con 50 por 100 de estéril, ahogaba la llama a los 50 pies de recorrido, con densidades de media libra, dos o cinco libras.

c) **Estudio de la acción del riego.**—Ensayos posteriores realizados por el mismo Committee han tendido a estudiar la acción del agua sobre los yacimientos de polvos, para la aptitud a la propagación de una explosión; se ensayó primeramente la acción del agua formando una mezcla homogénea con el polvo, y después la del agua esparcida simplemente sobre el yacimiento. Para ambos casos se ha empleado la gran galería, en la cual se disponía el yacimiento de polvos regados simplemente, o bien mezclados con el agua. Los polvos de carbón empleados eran, como en todos los ensayos anteriores, los producidos por el carbón de la capa Altofts Silkstone, pulverizado hasta que un 50 por 100 pasase a través de un tamiz de 240 mallas por pulgada lineal. En los ensayos anteriores se había visto que la mezcla a 50 por 100 de este carbón y estériles no propagaba la inflamación. La forma de ignición empleada fué la V. En los ensayos se hicieron actuar al mismo tiempo el agua y los elementos estériles y los resultados deducidos fueron los siguientes:

1° Cuando el agua forma una mezcla homogénea con los polvos, es preciso, para evitar la propagación: entre 23,6 y 32,5 por 100, si la proporción de estériles en la mezcla es de 5,1 por 100; entre 21,5 y 27,6 por 100, cuando la mezcla es de 12,5 por 100; entre 22 y 25,5 por 100, si la proporción de incombustibles es de 23,3 por 100; menos del 19,8 por 100, cuando los estériles están en proporción de 33,6 por 100, y entre 10,2 y 15,2 por 100, cuando la mezcla contiene un 43,8 por 100 de incombustible; es decir, como resumen, según los experimentadores, que el agua en mezcla homogénea

Símbolos empleados en las figuras 40, 41, 42 y 43.

Mezcla conteniendo 10 por 100 de tierra de batán:

Sobre tablas..... 
Sobre el piso.... 

Idem con 20 por 100 de tierra de batán:

Sobre tablas..... 
Sobre el piso..... 

Idem con 30 por 100 de tierra de batán:

Sobre tablas..... 
Sobre el piso..... 

Idem con 40 por 100 de tierra de batán:

Sobre tablas..... 
Sobre el piso.... 

Idem con 50 por 100 de tierra de batán:

Sobre tablas..... 
Sobre el piso..... 

Idem con 60 por 100 de tierra de batán:

Sobre tablas..... 
Sobre el piso..... 

Mezcla de tierra de batán y polvo de carbón a 2 : 1 

Fig. 40.



Fig. 41.

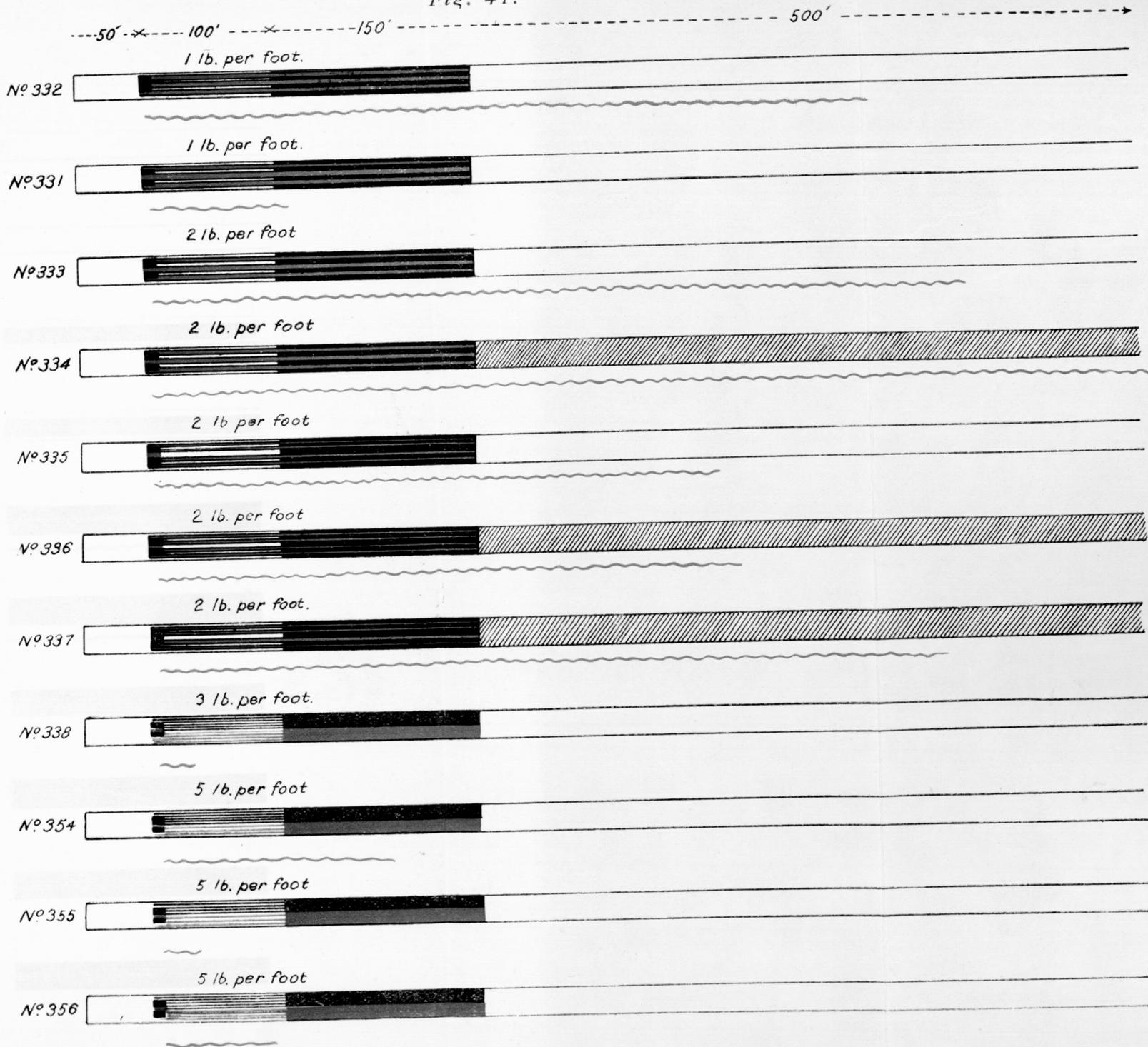


Fig. 42.



Fig. 43.



es, a peso igual, un agente neutralizador algo más eficaz que las adiciones de polvos estériles.

2.º En cuanto al riego sencillo, realizado mediante un pulverizador, los resultados muestran que si el agua se esparce a partir del orificio mismo del mortero, puede impedir una explosión inicial, con tal de que esté en una cantidad igual en peso a la mitad del de los polvos, y que si en los primeros 10 pies no se riega. precisa, si se quiere impedir la explosión, emplear un peso de agua igual al peso de los polvos.

a) Estudio de la acción del grisú.—Una breve serie de ensayos ha tratado de establecer la influencia que en la inflamabilidad producía el grisú existente en la atmósfera de la galería. Para ello, se hacía obrar la forma de inflamación V, sobre un yacimiento que contenía el 50 por 100 de polvos estériles, que ya hemos dicho era inapto a propagar la explosión, y se iban añadiendo, en ensayos sucesivos, proporciones crecientes de grisú, hasta conseguir la propagación; se halló que esta proporción era la de 4,6 por 100. Otros ensayos consistieron en ver la cantidad de la mezcla a 50 por 100 que era preciso repartir por la galería, que contenía una atmósfera con 4,6 por 100 de grisú, para que se propagase la explosión, hallándose que esta cantidad era de 61,5 gramos por metro cúbico.

Las conclusiones establecidas de todos los ensayos descritos por el Committee las daremos, al mismo tiempo que las deducidas por el organismo que sucedió a éste y de las de otros organismos de diversas naciones, en un capítulo especialmente dedicado a compararlas entre sí.

CAPITULO XIII

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN INGLATERRA

Los trabajos del «Safety in Mines Research Board».

Realizados por el «Explosions in Mines Committée» los estudios que hemos extractado en el capítulo anterior, los cuales fueron terminados en 1914, sus consecuencias produjeron el establecimiento, por parte del Gobierno inglés, de un Reglamento referente a las medidas de seguridad que había que practicar en las minas de hulla, con el fin de evitar el peligro de las explosiones.

Habiéndose creado en el año 1921 el nuevo organismo denominado «Safety in Mines Research Board» y habiendo pasado a éste todas las atribuciones referentes a las explosiones mineras, como una causa más de accidentes del trabajo en las minas, entendieron los que lo componían que era de interés la realización de una serie de demostraciones públicas, en las cuales, mediante explosiones producidas en la galería de Eskmeals, se llamase la atención de ingenieros, capataces y obreros mineros acerca de los peligros que el polvo de carbón encierra y de la necesidad de llevar a la práctica la reglamentación encaminada a luchar con él.

Al mismo tiempo, por estudios realizados por el personal de la estación de Eskmeals acerca de la inflamabilidad de los polvos, se vió, en concordancia con los resultados obtenidos en Francia y en los Estados Unidos, que, contra la idea aceptada por el «Explosions in Mines Committée», los diversos polvos procedentes de minas diversas y que diferían entre sí por su composición química, se comportaban de manera distinta en las explosiones, tanto en lo referente

a su inflamabilidad como en la aptitud a la propagación de una explosión ya producida, y que, como era tan bien de esperar, las medidas de seguridad dictadas basándose en los resultados de Eskmeals (19-11-1914), obtenidos operando en todos ellos sobre una misma hulla y sin atender además, como ya dijimos, a otras diversas condiciones, necesitaban una revisión completa para tener la seguridad de que las medidas ordenadas eran suficientes en todos los casos, o si era preciso su modificación en alguno de ellos.

A ambos objetos, pues, el de las demostraciones públicas a la gente de minas y el de revisión de los resultados del «Explosions in Mines Committée», respondió el nuevo y extenso programa de estudios del «Safety in Mines Research Board», que los inició en el año 1923, en el transcurso del cual se realizaron numerosos experimentos que han sido descritos por el Jefe de la estación de ensayos Dr. R. V. Wheeler, en un informe del referido organismo (1).

Además de estos trabajos, otro de los objetos que se propuso el «Safety in Mines Research Board» fué el acoplamiento de sus trabajos con los realizados en otras naciones, y principalmente con los que aun siguen en plan de realización por el «U. S. Bureau of Mines», comparando los resultados obtenidos por éste con los obtenidos en Inglaterra, y aun realizando algunos conjuntamente, por personal unido de ambos organismos. Acerca de estos trabajos, de comparación y cooperación, en el interesante asunto de los polvos de carbón, se publicaron por el organismo inglés algunos informes interesantes. Tanto del informe acerca de los ensayos de Eskmeals como de los referentes a los trabajos de comparación, nos ocuparemos a continuación, aunque uno de ellos sea referente a la comparación de polvos de carbón ingleses y americanos, y sería más

(1) Coal Dust Explosions, Eskmeals, 1924.—Paper núm. 3 del «Safety in Mines Research Board».

comprensible después de haber descrito los trabajos del «U. S. Bureau of Mines», por conservar la uniformidad; sin embargo, lo estudiaremos aquí:

1.º *Las experiencias de Eskmeals en 1923.*— Los ensayos de demostración, realizados dicho año en Eskmeals, se llevaron a cabo en la gran galería, descrita en un capítulo anterior, y que tenía en dicha fecha una longitud de 750 pies, pero que, después de uno de los primeros experimentos de la serie quedó reducida a 720 pies, por haber estallado el último trozo de la misma. Como ya dijimos, esta galería estaba comunicada, mediante una derivación con dos ángulos rectos, con un ventilador; pero en los ensayos que vamos a describir este ventilador no se empleó más que para limpiar de gases la galería después de cada explosión, estando durante éstas aislado mediante una compuerta de chapa instalada en la derivación en cuestión. El extremo de la galería, cercano a esta derivación, estaba cerrado por una chapa de hierro y el otro extremo estaba abierto al exterior. Las explosiones se realizaban en atmósfera en calma, ya que el ventilador estaba parado y la galería no tenía más que una comunicación con la atmósfera.

El polvo de carbón empleado en los ensayos se colocaba en diez estantes de tabla, repartidos, cinco a cada lado, desde el extremo libre hasta los 350 pies de este extremo; los estantes estaban constituidos por tablas de 5'' de ancho, colocadas sobre palomillas fijas en las paredes y espaciadas verticalmente, dejando entre cada dos 9'' de separación vertical; la más baja se hallaba a 28'' del suelo. Sobre estas tablas y sobre el suelo se esparcía el polvo de carbón de la manera más uniforme posible y de modo que hubiera una libra por pie lineal de galería, o sea 0,4 onzas por pie cúbico; en las tablas la capa de polvo era de 1/64 de pulgada y en el piso el espesor de la misma era mayor.

Para la inflamación se empleaba la llama de una carga de 24 onzas (680 gramos) de pólvora negra, atacada con 8''

de arcilla seca y disparada en un cañón formado por un tocho de hierro forjado de 3' de largo y en el cual se había practicado un agujero o barreno de 2'' de diámetro y 2'·9'' de profundidad. Este cañón estaba dirigido hacia el extremo abierto de la galería y de modo que su extremo entrase ligeramente en un tubo de hierro de 3' de diámetro y 10 pies de largo, colocado sobre el piso de la galería y en el cual se había colocado una carga de 20 libras de polvo de carbón; este tubo estaba colocado de manera que su extremo opuesto al cañón estuviese a los 350' del extremo de la galería, o sea que coincidiese con el principio del yacimiento de polvos. Esta disposición, análoga a la empleada en los experimentos del «Explosions in Mines Comité», tenía por objeto producir, bajo la acción de la deflagración de la pólvora, una llama que inflamaba la acumulación de polvos, levantada en forma de una nube muy densa por la deflagración en cuestión, originando así una llama violenta, que salía del extremo del tubo de 3''.

Una particularidad interesante de estos ensayos fué el dispositivo empleado para aumentar la violencia de las explosiones, favoreciendo, por el aumento de las ondas iniciales de aire, la puesta en suspensión de los polvos del yacimiento y evitando fallas de propagación, con el fin de que los numerosos visitantes que asistían a los ensayos no desearan de ver una explosión con todos sus fenómenos característicos. Para ello, y como se había visto que las obstrucciones parciales en la galería, tales como las producidas por los cuadros de entibación, producían un aumento de la violencia de las explosiones, se dispusieron en la galería una serie de cuadros de entibación de la forma representada en la figura 44; el número de estos cuadros fué variable, según el tipo de carbón empleado en los ensayos.

El polvo de carbón empleado se obtenía por la trituración de galleta o cribado procedente de la capa que se quería estudiar, y llevado a un grado de pulverización tal, que

una proporción, comprendida entre el 85 y el 87 por 100, pasase a través de un tamiz de 200 mallas por pulgada.

En los experimentos realizados con polvos estériles se empleaba la tierra de batán (Fuller's Earth) pulverizada hasta que un 85 por 100 pasase por el tamiz de 200 mallas por pulgada. La mezcla empleada era la de partes iguales de polvo de carbón y polvo estéril, disponiéndose el experimento de la misma manera que los de polvo de carbón

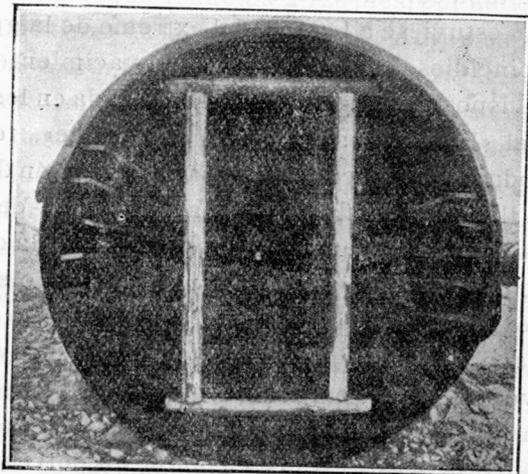


Fig. 44.—Cuadro de entibación.

solo, pero variando la carga a la de dos libras por pie lineal de galería.

Los ensayos tenían, como hemos dicho, por objeto determinar el comportamiento de diversas calidades de hulla en las explosiones, y para ello se necesitaba conocer en cada explosión los siguientes datos:

- 1.º La presión desarrollada y la ley de desarrollo de esta presión.
- 2.º La velocidad de la llama dentro de la galería.
- 3.º La duración y carácter de la llama dentro de ésta.

Para determinar las presiones se empleaban manóme-

tros, colocados a los 200, 250 y 300 pies del punto de ignición. Estos manómetros eran de un tipo especialmente construido para estos experimentos, y designado por el nombre de manómetro «B. C. D.». El principio de estos manómetros, que representamos en fotografía en la figura 45, consistía en transmitir la presión reinante en la galería, mediante un diafragma flexible y una cierta cantidad de aceite, que llena un pequeño cuerpo de bomba, a un pistón

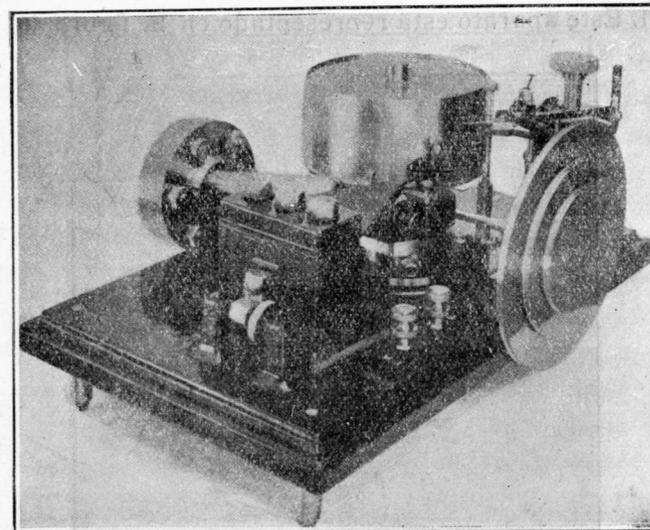


Fig. 45.—Manómetro.

ligero que se mueve libremente en sentido vertical y que en su elevación actúa sobre un resorte constituido por una lámina de acero templado, de forma triangular, que se halla sujeta firmemente por la región de su base y que lleva en su vértice un estilo ligerísimo, con el cual traza una curva indicadora de su posición en un cilindro recubierto de papel ahumado, que gira a una velocidad constante por la acción de un motor eléctrico. Con el fin de conocer en el momento de la indicación la velocidad exacta de giro del

tambor, el manómetro se halla conectado eléctricamente con un aparato especial designado como «Marcador de tiempo», y en el cual, mediante una caída regulada de un peso, se marca con un indicador Deprez una señal que permite conocer la velocidad en el momento mismo de la explosión; para conocer este momento, y fijarlo también en la hoja, un segundo indicador Deprez se halla en circuito con un hilo tendido a través de la galería y que al pasar la llama se rompe, cortando el circuito y haciendo una señal en el papel. Este aparato está representado en la figura 46. Por

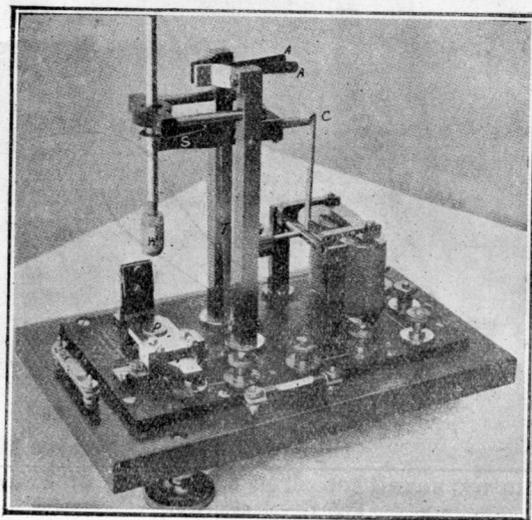


Fig. 46.—Medidor de tiempo.

último, para el estudio exacto de las hojas, éstas, después de fijadas por inmersión en un baño de barniz muy líquido, se llevaban a un aparato llamado «Medidor» (figura 47), en el cual se sujetaban en un tambor, cuya circunferencia se hallaba dividida en milímetros y mediante la cual, y con la ayuda de un nonius, se apreciaba la décima de milímetros, por rotación del cilindro, mientras que se observaba el papel a través de un microscopio M; un tornillo micrométri-

co S permitía medir los desplazamientos laterales del tambor, o sea los valores de las presiones registradas.

Para determinar la velocidad de llama se empleaba la rotura de circuitos, en los que se hallaban intercalados indicadores Deprez y que estaban constituidos por una tirita de hoja de estaño, que se fundía al paso de la llama, de manera análoga a como se hacía la misma determinación en Lievin.

El desarrollo de la llama en la galería se registraba me-

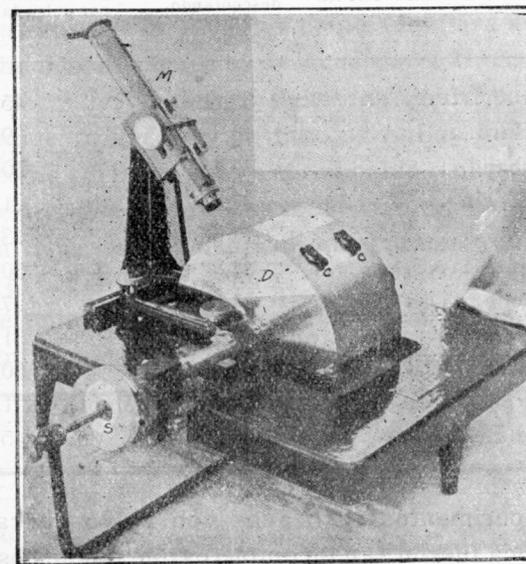


Fig. 47.—Medidor de diagramas.

dante un aparato fotográfico especial, en el cual había una placa animada de un rapidísimo movimiento de giro. Por último, los recorridos de llama se determinaban por copos de algodón pólvora, colocados en diversos lugares de la galería y que ardían si a ellos llegaba la llama.

Los resultados de estos ensayos mostraron que, como habían mostrado los ensayos realizados en otros países, la naturaleza de la hulla, es decir, sus materias volátiles,

intervenían activamente en el comportamiento del polvo de la hulla ante la causa de ignición. También mostraron que las presiones en un mismo punto de la galería variaban con el contenido en materias volátiles, como se ve en el siguiente cuadro:

Presiones desarrolladas en un punto a los 300 pies del cañón.

NOMBRES DE LAS CAPAS	Contenido en materias volátiles, descontando cenizas y humedad.	Presiones máximas en libras por pulgada cuadrada.
Arley.....	32,69	45,8
Ayr Hard.....	40,48	39,8
Blackband.....	39,63	50,5
Black Vein.....	27,44	21,1
Busty.....	28,55	23,5
Parkgate.....	34,62	30,2
Silkstone.....	34,08	27,8
Ten Feet.....	32,76	31,5
Top Hard.....	36,13	30,5
Two Foot Nine.....	13,70	Menos de 1,0
Wigan Six Foot.....	36,26	45,3

Los experimentos realizados con polvo de carbón y polvo de roca fueron tan incompletos que no fué posible sacar de ellos consecuencias de interés.

2.º *Ensayos comparativos sobre la acción del polvo de roca* (1).—Estos ensayos tuvieron por objeto aclarar una contradicción que aparecía entre los resultados de los ensayos realizados por el Explosions in Mines Committée acerca de la cantidad de polvo estéril que es preciso mezclar al polvo de carbón para que no sea peligroso y los ensayos

(1) Stone dust as a preparentire... Paper n.º 13. Safety in Mines Research Board, 1925.

análogos realizados en la gran Estación de ensayos americana de Bruceton, que estudiaremos en detalle en un capítulo próximo. Estas divergencias consistían en que mientras en Eskmeals se halló que el polvo de la hulla de Altofts Silkstone se hacía no apto a una explosión cuando estaba mezclado en partes iguales con polvo estéril, en los ensayos de Bruceton una hulla análoga como composición a la de Altofts, o sea la de Pittsburgh, empleada como patrón en todos los ensayos americanos, necesitaba para garantizar la no explosión una mezcla con el 60 ó el 75 por 100, según la causa de inflamación empleada. Para aclarar esta contradicción se pusieron de acuerdo el U. S. Bureau of Mines y el Safety in Mines Research Board para realizar conjuntamente ensayos de las dos hullas, tanto en Eskmeals como en Bruceton, y ver si había o no concordancia en los resultados. Estos ensayos se realizaron por Mr. G. S. Rice, en representación de Bureau of Mines, y el Dr. Wheeler por el organismo inglés.

Ante todo, daremos los análisis de los dos carbones a estudiar:

ANÁLISIS INMEDIATO	Pittsburgh. — Por 100.	Altofts Silkstone. — Por 100.
Humedad.....	2,3	4,5
Materias volátiles (sin H ₂ O).....	35,5	34,5
Carbono fijo.....	53,6	57,3
Cenizas.....	8,7	3,7
<i>Análisis elemental</i> (sobre hulla sin cenizas ni H ₂ O).		
Carbono.....	81,2	79,4
Hidrógeno.....	5,7	5,7
Oxígeno.....	9,9	11,3
Nitrógeno.....	1,6	1,8
Azufre.....	1,6	1,8

que muestran su casi absoluta identidad.

Los ensayos americanos se realizaron en dos galerías gemelas de la mina de Bruceton, de 9'-6" y medio de sección y una longitud de 1.300 pies, comunicadas a 50 pies de su fondo por una galería de 50 pies de larga (véase figura 48). En estos ensayos se emplearon dos causas diferentes de ignición, denominadas por los experimentadores americanos *Ignition Test* y *Propagation Test*; el primero consistía en hacer estallar, bajo un atacado de tres libras (1.360 gramos) de arcilla, cuatro libras (1.312 gramos) de

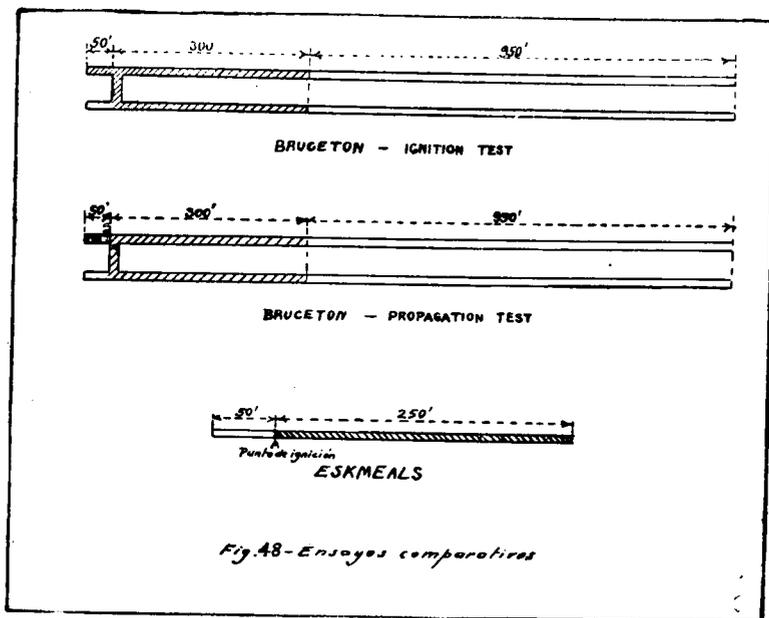


Fig. 48 - Ensayos comparativos

pólvora negra; en cuanto a la causa de los *propagation tests*, consistía en el disparo de la misma cantidad de pólvora bajo las mismas condiciones, pero poniendo entre el yacimiento de polvos a estudiar y el punto de ignición un yacimiento de 50 pies de polvo de carbón puro. Además se realizaron en Bruceton ensayos en los que la atmósfera de la galería estaba libre de grisú y otros en los que había un 2 por 100 de dicho gas.

En Eskmeals los ensayos se realizaron en la galería de 3' produciendo la inflamación por el disparo de 28 onzas (795 gramos) de pólvora negra en el mortero de tiro, cuyo extremo se hallaba dentro de un tubo de hierro de un pie de diámetro y 10 pies de largo. (Fig. 48.)

En cuanto a la repartición del polvo, en Bruceton se hizo sobre el suelo y en estantes laterales, mientras que en Eskmeals sólo se depositó en el suelo.

Después de numerosos ensayos fué posible establecer una concordancia entre los resultados obtenidos en ambas estaciones acerca de la cantidad necesaria de polvo estéril para que no se produjese la inflamación. Dichos ensayos, resumidos en un cuadro, eran los siguientes:

Comparación de los resultados americanos e ingleses.

ENSAYOS	Proporciones necesarias de polvo estéril que hubo que mezclar para que no hubiese propagación de la llama.	
	Hulla de Pittsburgh.	Hulla de Altofts Silkstone
AMERICANOS		
<i>Ignition Tests:</i>		
Sin gas.....	60	60
Con 2 por 100 de gas.....	75	75
<i>Propagation Tests:</i>		
Sin gas.....	75	75
Con 2 por 100 de gas.....	85	85
INGLESES		
Sin gas.....	50	45

De estos resultados se dedujeron las consecuencias siguientes:

1.º La divergencia observada entre las reglas enunciadas por Inglaterra y los Estados Unidos acerca de las proporciones de neutralización a adoptar se debe, sin

duda alguna, a que los ensayos ingleses se han operado con yacimientos sometidos a causas menos severas que las empleadas en Norteamérica.

2.^a Los resultados del U. S. Bureau of Mines, relativos a la propagación de una explosión por la hulla de Altofts Silkstone en atmósfera grisuesa, son esencialmente diferentes de los hallados en los ensayos de Eskmeals realizados por el Explosions in Mines Committee (ver el capítulo anterior), lo que, unido a otras divergencias observadas en los ensayos comparativos, han conducido a pensar en que los ensayos ingleses, respecto a aquel punto, estaban afectados de error.

Estos resultados hacen pensar que uno de los puntos más delicados en el estudio de la neutralización reside en la diferente apreciación de los grados de violencia de la causa inicial de inflamación. Ello explica muchas de las discordancias que se observan entre los resultados de Lievin, los de Eskmeals y los que describiremos en seguida de Bruceton.

3.^o *Estudios acerca de la influencia de las causas de expansión sobre el desarrollo de las explosiones de polvos* (1).—Estos estudios se realizaron también en colaboración por personal del Safety in Mines Research Board y del U. S. Bureau of Mines, continuando la serie de trabajos realizados en conjunto por ambos organismos. En ellos intervino Mr. H. P. Greenwald, Assistant Physicist del Bureau of Mines, y el Dr. Wheeler, del organismo inglés. El objeto de ellos fué estudiar la acción sobre la propagación de las explosiones de polvo de carbón de las causas que producían bajas de presión en diversos puntos de las galerías; todos ellos se realizaron en la gran galería de Eskmeals, siendo como un preliminar de otra serie que se ha de

(1) Coal Dust Explosions. The effect of release of pressure on their development. Paper, n.º 14, Safety in Mines Research Board, 1925

verificar en la nueva estación de ensayos inglesa, construída en Harpur Hill, cerca de Buxton.

Para realizarlos se introdujeron diversas modificaciones en la galería de Eskmeals. El fondo de la misma se dispuso para poder mantenerlo cerrado por completo, o para poder colocar en él tapas, provistas de orificios de diferentes secciones, todas las cuales estaban en una relación sencilla con la sección de la galería. En los puntos situados a 200 y 400 pies del fondo en cuestión se intercalaron, entre dos trozos de los que constituían la galería, piezas de igual sección que ésta, pero provistas de dos injertos laterales, o sea constituyendo piezas de cuatro vías; los orificios de las dos vías laterales de cada pieza se dispusieron para poder ser cerrados por completo o para admitir cierres parciales, de igual forma que los dispuestos en el fondo.

Como medio de ignición se empleó siempre el cañón cargado por 795 gramos de pólvora negra y con un atacado de 8'' de arcilla; este cañón se colocó siempre en combinación con el tubo de 3' de diámetro antes descrito y que en los ensayos realizados se designó siempre por el «tubo de ímpetu» (*impetus tube*).

El yacimiento de polvos estaba constituido por polvos de carbón de la capa Thorncliffe Silkstone, que tenía 32,92 de materias volátiles y que estaba pulverizado hasta que el 85 por 100 pasase a través del tamiz de 200 mallas por pulgada. Se le compuso de una libra por pie lineal de galería y se cargaron, además, veinte libras en el tubo de ímpetu.

Para determinar las velocidades de llama se colocaron a la boca del cañón y a los 200, 300, 400 y 500 pies de dicho cañón, los circuitos acostumbrados, que se cortaban por el paso de la llama; para la medida de las presiones se dispusieron manómetros B C D a los 300, 400 y 500 pies del cañón, y en el punto a 400 pies se colocó, además, un manómetro del tipo del Bureau of Mines, que describiremos en otro lugar.

Los experimentos se realizaron en tres series diferentes, según que se produjese la baja de presión en el fondo de la galería, en el punto situado en las proximidades del cañón, o en el punto situado a los 200 pies de éste. En cada una de ellas se realizaron ensayos, modificando la situación existente en el punto considerado, dejándolo cerrado por completo, o dejando en él aberturas de diferente valor. De todos los ensayos, una vez que se conseguía la repartición exacta de cada uno de ellos, se trazaron curvas indicadoras de las variaciones de la velocidad y se establecieron tablas que, además de expresar estas variaciones, indicaban las de presión. No entramos en detalles de todo ello, por no alargar más este punto, y nos limitaremos a decir que las conclusiones establecidas por los experimentadores fueron las siguientes:

1.^a Toda medida que tienda a evitar bajas de presión, en puntos situados detrás del punto de ignición, es más favorable a la producción de una explosión de polvos que cualquier otra que dé origen a la baja parcial o total de la misma en este último punto.

2.^a La influencia de las aberturas a lo largo del recorrido de una explosión origina principalmente una baja de presión; si las aberturas se hallan detrás de la llama la velocidad disminuye, y si se hallan delante la velocidad aumenta.

Estos resultados muestran un campo de estudios acerca de la conveniencia de rodear los puntos peligrosos de una mina de espacios en los que la presión pueda experimentar una baja, con el fin de restar importancia a una explosión que pueda producirse.

CAPITULO XIV

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN ALEMANIA

En este capítulo nos vamos a ocupar de los ensayos realizados en la galería de Derne, descrita en otro lugar, en el cual no estudiamos estos ensayos, por parecernos más lógico su estudio después del de los ensayos franceses e ingleses.

Los ensayos que nos ocupan fueron realizados, como ya se dijo, en la galería de Derne y bajo la dirección de M. Beyling (1), que expuso en un informe todo lo referente a los ensayos y a las conclusiones que de ellos se podían deducir. En dicho informe se consideran separadamente un ligero estudio teórico acerca del modo de acción de los polvos estériles y una descripción detallada de las experiencias.

1.^o *Modos de acción de los polvos estériles.*—Expone en esta parte del informe M. Beyling unas ideas generales acerca del mecanismo de la extinción de una llama en sus comienzos por los polvos incombustibles y pasa después a exponer brevemente que el medio de emplear el polvo estéril, para la lucha contra el peligro, *tanto del grisú como de los polvos* (*) reside en su empleo de tres modos distintos, que son:

a) *Verhüten*, o sea la utilización de los polvos estériles para impedir la producción de una explosión. Referente a su eficacia expone que, como estos polvos no pueden ser

(1) Gluckauf, números 21, 22, 23, 24 y 25, mayo y junio 1919.

(*) Obsérvese, como punto interesante de estos estudios, la afirmación del autor acerca de la eficacia de los polvos inertes, no sólo contra el polvo de carbón, sino también contra el grisú.

eficaces más que a condición de que se hallen sus elementos en forma de nube, o sea en suspensión en el aire, que es el medio que sirve para soporte de la llama, es preciso que la causa de la inflamación sea de tal naturaleza que vaya acompañada de una conmoción del aire que origine su desplazamiento y ponga, en virtud del mismo, los polvos estériles en suspensión, inmediatamente antes de producirse la llama inflamadora. Para ello, M. Beyling propone dos medios diferentes:

La *esquistificación* del taller o frente, en el cual se vaya a originar la causa de inflamación, para lo cual se esparcerá el polvo estéril por suelo y paredes del mismo, y

El *atacado externo*, del que hemos hablado en otro lugar, o sea la disposición de los polvos estériles en un montón, colocado frente al barreno que pueda dar bocazo, provocando la inflamación.

b) **Beschränken**, o sea el empleo del polvo estéril para ahogar una explosión después de haberse originado, pero en las proximidades del origen, es decir, antes de haber adquirido violencia. Para lograrlo, expone que basta con repartir el polvo estéril, en cantidad suficiente, en los lugares donde sea posible que se *cebe* una explosión recién originada; siendo conveniente, además, colocar una porción de dicho polvo en tablas situadas un poco hacia adelante de la zona estéril y en la dirección que haya de seguir la llama.

c) **Aufhalten**, o sea el empleo de polvos estériles, para la detención de una explosión, ya en curso franco de desarrollo y con un cierto carácter de violencia. Para ello, según expone, es precisa la concentración de cantidades considerables del polvo estéril en puntos diversos del recorrido de la explosión.

Un cuarto método de lucha existe, como es bien sabido,

y es citado por el investigador, pero sólo incidentalmente y sin ocuparse en detalle del mismo; se trata de la *Allgemeine Streuung*, o sea la neutralización generalizada.

2.º *Descripción de los ensayos*.—Estos, realizados en la galería de Derne, se pueden dividir en cuatro grupos diferentes, según que su objeto sea estudiar el atacado externo, la esquistificación local, las zonas de esquistificación y las barreras de detención.

En todos ellos los medios de inflamación empleados han sido dos: la inflamación de una mezcla grisosa y la de una zona inicial de polvos.

Para emplear el primer medio, es decir, la inflamación inicial de una mezcla grisosa, se emplearon en Derne dos medios distintos. En uno de ellos, análogamente a como se procedía en otras galerías de ensayos (Frameries, Gelsenkirchen, Lievin), se formaba una cámara en el fondo de la galería, mediante un diafragma de papel, y se producía la inflamación de la mezcla contenida en ella por una chispa. La cámara de Derne, que se formaba de esta manera, tenía una longitud tal que su capacidad era de 15 metros cúbicos; a ella se hacía llegar la mezcla de aire y grisú, previamente formada, la cual iba desalojando el aire contenido hasta que, por ensayos de diversas muestras, se veía que la composición de la atmósfera de dicha cámara era sensiblemente igual a la de la mezcla introducida.

El otro medio, más sencillo, consistía sencillamente en enviar al interior de la galería, mediante un tubo de 50 metros de largo, instalado en la corona de la misma a partir del fondo y provisto de gran número de pequeños agujeros, un volumen de grisú, que generalmente era de 20 metros cúbicos, dejando después que este gas se repartiese, por difusión, durante algunos minutos. Después de esto se hacía saltar en el fondo la chispa eléctrica, que producía la inflamación de la mezcla, cuya llama, aun no existiendo polvos, salía por la extremidad de la galería.

Para emplear el método de inflamación por una inflamación inicial de polvos, se seguía igual procedimiento que el seguido en todas las estaciones de ensayos que hemos ya descrito; es decir, que se disponía un yacimiento de polvos de carbón, que en el caso que nos ocupa precedían de la trituración de carbón de la capa O de la mina «Gneisenau»; el grado de pulverización era tal que sólo quedaba un residuo de 10 por 100 sin pasar por el tamiz del núm. 200, la hulla considerada tenía de 25 a 26 por 100 de materias volátiles y de 6 a 7 por 100 de cenizas. Para su inflamación se tiraba, en el mortero de la galería, una carga de 200 gramos de Gelatin-Dynamit, explosivo a base de nitroglicerina y nitrato sódico, del cual 200 gramos producían análogo efecto, en un mortero de Trauzl, que 160 gramos de la dinamita-goma empleada en Lievin. Ensayos preliminares mostraron que con dicha carga se obtenían explosiones de intensidad variable, que llegaba a un máximo cuando el yacimiento de polvos estaba constituido por 400 gramos por metro cúbico de galería.

Explicadas así las causas de inflamación empleadas, pasaremos a exponer extractadamente los ensayos y sus resultados:

a) Atacado interno (Gesteinstaub-Aussenbesatz).—En estos ensayos se estudió el efecto del atacado externo sobre la inflamación del grisú y de los polvos de carbón. Como ensayo preliminar se vió que el tiro de 25 gramos de Gelatin Dynamit inflamaba el grisú cuando se disparaba sin atacado de ninguna clase.

En los ensayos siguientes se estudió el efecto del atacado externo, colocándole, como ya hemos dicho, en un pequeño montón, delante del barreno u orificio del mortero. En estas condiciones se vió que un atacado externo de 500 gramos evitaba que una carga de 225 gramos del explosivo en cuestión inflamase no sólo los polvos de carbón, sino

también el grisú, y que un atacado externo de 1.000 gramos lograba hacer también incapaz de dichas inflamaciones a una carga de 400 gramos del explosivo.

Otros ensayos tuvieron por objeto comparar los efectos del atacado externo con los del interno, y por ellos se vió que a igualdad de peso de materia atacante, el atacado interno era tan eficaz con el externo, en el caso del grisú, y más eficaz que éste en el caso de los polvos.

b) Esquistificación en las proximidades del barreno (Gesteinstaub-Bestreung).— Para realizar estos ensayos se disparaban cargas de explosivo en el mortero de la galería y se operaba en la cámara de 15 metros cúbicos aislable en el fondo de la misma, según hemos dicho antes; esta cámara se consideraba similar a un taller de explotación reducido; el polvo de carbón se esparcía sobre el piso de dicha cámara. Los ensayos mostraron que un tiro sin atacado, cargado con 200 gramos de Gelatin Dynamit, producía la inflamación del yacimiento de polvos de carbón cuando éste estaba en la proporción de 10 kilos por la totalidad de superficie del piso de la cámara, mientras que si sobre dicha cantidad de polvos se esparcían seis kilogramos de polvo de roca no se lograba la inflamación.

Respecto al grisú, se observó que cualquiera que fuese la cantidad de polvo estéril que se repartiese sobre el suelo de la cámara, y aun llegando a los 50 kilogramos, no se lograba evitar la inflamación de la mezcla de aire y grisú por la misma carga de explosivos.

Estos ensayos muestran que la esquistificación en las proximidades de los barrenos es eficaz para los polvos, pero no para el grisú.

c) Zonas de esquistificación (Gesteinstaub-Streuzonen).—En estos ensayos, que tenían por objeto estudiar el efecto de las zonas de detención esquistificadas sobre las

explosiones de polvos y de grisú, se procedía primeramente por constituir en la galería la zona en cuestión, para lo cual se disponían en la misma, a partir de los 10 metros del fondo y en una longitud de 90 metros, tablas situadas longitudinalmente, de 20 centímetros de ancho y suspendidas a 40 centímetros del techo; en estas tablas se cargaba el polvo inerte en la proporción de 1.809 gramos por metro cúbico de galería. Los ensayos han sido de dos clases diferentes, según que se destinasen a estudiar la inflamación del grisú o la de los polvos.

Para estudiar la inflamación de éstos se constituía un yacimiento polvoriento repartiendo en toda la galería polvos en la proporción de 400 gramos por metro cúbico.

Para estudiar la inflamación del grisú se introducían en la galería 20 metros cúbicos de grisú y se hacían explotar después de difundidos en la atmósfera de la misma.

En ambos casos se empleaban las dos causas de inflamación, o sea un tiro sin atacado en el mortero y una explosión de una mezcla grisuesa en la cámara inicial de 15 metros cúbicos.

Tanto en el caso del grisú como en el de los polvos, no se logró que la llama se propagase más de 60 a 70 metros en el primero y 20 en el segundo. En el caso del grisú se tomaban muestras de la atmósfera de la galería después de los ensayos, hallándose que en ellas se encontraba grisú sin quemar, lo que probaba que la extinción no había sido debida a que había ardido todo el gas combustible.

d) Estudio de las barreras de detención (Gesteinstaub-Schranken).—En este grupo de ensayos, que es el más interesante de todos los realizados en Derne, se estudió la acción de las barreras de detención sobre la propagación de explosiones de grisú o de polvo de carbón. Se estudiaron primeramente las barreras del tipo llamado Taffanel, por haber sido este investigador el primero que las empezó a

emplear en Lievin, y después otros tipos diferentes, pero más complicados.

Tratándose de las barreras Taffanel, constituidas por tablas de 50 a 75 centímetros de ancho, colocadas transversalmente a la galería, los ensayos demostraron que:

1.º Colocada la barrera a 50 metros del punto de inflamación y cargada con 80 kilogramos de polvos estériles por metro cuadrado de sección se lograba la extinción de una explosión de polvos, originada por el disparo de 200 gramos del explosivo.

2.º Si la distancia al origen de la inflamación era de cien metros, la barrera actuaba, extinguiendo una explosión de polvos en diversos casos, con las siguientes cargas de estéril:

128 kilogramos por metro cuadrado, si la explosión estaba originada de igual modo que anteriormente.

160 kilogramos por metro cuadrado, cuando se hacían explotar los 200 gramos de explosivo, estando la cámara inicial llena de una mezcla de aire y grisú a 8-10 por 100 de este gas.

80 kilogramos por metro cuadrado, cuando la explosión se producía encendiendo la misma mezcla por una chispa.

3.º Si la barrera estaba cargada con 320 kilogramos de polvos estériles por metro cuadrado de galería, y se hallaba situada a cien metros del punto inicial, se lograba la extinción cuando se inflamaba por una chispa la mezcla formada, introduciendo en la galería, del modo ya descrito, 20 metros cúbicos de grisú.

De todos los ensayos se dedujo también que el material con que se carguen las barreras debe ser tan fino como sea posible.

Después de realizados estos ensayos se procedió a ensayar otros tipos de barreras, tales como el formado por cajas rectangulares, que podían bascular alrededor de una de las aristas de su base o del eje longitudinal de dicha base;

las constituidas por cajas de sección triangular, mantenidas en equilibrio sobre una de sus aristas y que volcaban por la acción de la onda inicial de aire; las constituidas por bandas de papel fuerte, tendidas de un costado a otro de la galería y cargadas por los polvos inertes; la constituida por una especie de tonel, de uno a dos metros cúbicos de capacidad, suspendido en una cámara situada sobre la corona de la galería y cuyo fondo se abría por la acción de las mismas ondas iniciales, etc.

Todos estos ensayos han mostrado que ninguna de ellas, con ser más complicadas casi todas que las barreras Tafanel, daban mejores resultados que éstas.

De las conclusiones deducidas de estos ensayos nos ocuparemos en el capítulo correspondiente.

(Continuad.)

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de febrero de 1930

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	359.533
Antracita.....	1.200
TOTAL.....	360.733
Coque.....	11.769 toneladas.
Aglomerados.....	10.416 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.192

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.451
Lignito.....	14.668
TOTAL.....	17.119

Producción de coque: 6.704 toneladas de coque de gas

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	31.771

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	19.460
Antracita.....	12.514
TOTAL.....	31.974
Briquetas.....	6.293 toneladas.
Coque.....	3.709 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.126

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	55.117
Antracita.....	20.756
TOTAL.....	75.873
Aglomerados.....	15.898 toneladas.
Coque.....	1.174 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	15.879
Antracita.....	9.332
TOTAL.....	25.211
Aglomerados.....	11.037 toneladas.
Coque.....	67 —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	1.786
Coque de gas.....	402 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	16.250
Aglomerados de hulla.....	10.078 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	7.429

Valencia

Coque metalúrgico..... 3.977 toneladas

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 339 toneladas.

Vizcaya

Coque..... 29.219 toneladas
 Aglomerados..... 2.814 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	3.519
Aglomerados.....	83
Coque de gas.....	44

Producción de combustibles durante el mes de febrero de 1930

	Mes anterior Toneladas	Febrero Toneladas	TOTAL Toneladas
Antracita.....	46.985	43.802	90.787
Hulla.....	555.497	500.461	1.055.958
Lignito.....	35.528	30.720	66.251
TOTAL.....	638.010	574.983	1.212.996
Coque metalúrgico.....	60.012	57.065	117.077
Aglomerados.....	56.244	56.958	113.202

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de febrero de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	63.415
Badajoz.....	3.952
Coruña (Galicia).....	4.884
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	2.762
Granada-Málaga	36.841
Huelva	44.129
Jaén	1.710
Murcia.....	14.799
Oviedo.....	8.134
Santander.....	40.810
Sevilla.....	9.200
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	29.881
Vizcaya.....	182.583
Zaragoza.....	5.902
TOTAL.....	449.002
Mes anterior.....	540.364
TOTAL A LA FECHA.....	989.366

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	112	»	»	»
Coruña.....	»	»	601.800	»	»
Guipúzcoa.....	932	1.532	»	»	»
Oviedo.....	3.490	6.682	»	»	»
Santander.....	3.644	3.997	»	»	»
Sevilla.....	»	»	»	»	»
Valencia.....	6.478	5.861	»	»	»
Vizcaya.....	31.280	47.628	»	»	»
TOTAL.....	45.824	65.812	601.800	»	»
Mes anterior....	68.424	85.759	750.200	»	»
T. A LA FECHA.	114.248	151.571	1.352.000	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	723	»
Ciudad Real.....	251	»
Córdoba.....	125	193
Guipúzcoa.....	625	»
Murcia.....	2.600	»
Oviedo.....	»	637
Santander.....	5.205	»
TOTAL.....	9.529	830
Mes anterior.....	10.233	954
TOTAL A LA FECHA.....	19.762	1.784

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	541.443	»
Huelva...	301.431	1.042.032	»	»	»
Murcia...	»	»	»	»	»
Oviedo...	»	»	70.853	52.605	»
Sevilla....	876	»	»	»	29.000
TOTAL..	302.307	1.042.032	70.853	594.048	29.000
Mes anterior...	318.848	1.121.412	»	504.447	76.000
T. FECHA.	621.155	2.163.444	70.853	1.098.495	105.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	1.689
Oviedo.....	19
TOTAL	1.708
Mes anterior.....	1.516
TOTAL A LA FECHA.....	3.224

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	17	,
Badajoz.....	308	,
Barcelona-Tarragona-Gerona ...	375	152
Baleares.....	,	,
Ciudad Real.....	519	,
Córdoba.....	2.223	3.082
Granada-Málaga.....	94	1.638
Guipúzcoa.....	87	503
Jaén.....	6.128	1.458
Murcia.....	1.293	4.072
Santander.....	492	,
Sevilla.....	,	,
TOTAL.....	11.536	10.905
Mes anterior.....	12.209	10.507
TOTAL A LA FECHA.....	23.745	21.412

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Ha sido destinado a la Sección de Estudios geológicos el Ingeniero 3.º D. Francisco Rived Revilla.

Se ha nombrado Vicesecretario del Instituto Geológico y Minero de España al Ingeniero 3.º D. Miguel Moya y Gastón.

Cesa en la situación de disponible el Ingeniero Jefe de 1.ª clase D. Rafael Martínez Espinar y es nombrado Jefe del distrito minero de Almería.

El Ingeniero 3.º D. Manuel Albacete Mendicuti cesa en la situación de disponible y es destinado al distrito minero de Granada.

Reingresa en el servicio activo, como Ayudante 1.º, el Auxiliar del Cuerpo facultativo de Minas D. Pedro Alonso Higuera Rojas.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de marzo de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras.

Concesiones mineras tituladas en el mes de marzo de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Alicante...	Onil	Ampliación a Virgen de la Salud..	Indeterminado..	6	D. Francisco Sampere Gil.
Idem.....	Sax	Afrac	Hierro	16	» Francisco Guillén Herrero.
Barcelona..	Cervelló	María	Grafito....	20	» Ramón Casanova.
Idem.....	Gualba.....	Virgen de las Mercedes.	Hierro....	36	Industrias Mineras, S. A.
Idem.....	Montmany.....	Ave María.....	Idem.....	25	D. Francisco de P. Gambás Rusar.
Idem.....	Montornés.....	Enrique.....	Idem.....	19	Sociedad Civil de Montornés.
Idem.....	Tarrasa.....	Magdalena.....	Idem.....	9	D. León Ferrer Guice.
Idem.....	Talaojuelas.....	El Agente.....	Idem.....	20	» Modesto Gosálvez Manresa.
Idem.....	Idem.....	El Porvenir.....	Idem.....	24	» Enrique Gosálvez Fuentes.
Lérida	Monrós.....	Lola.....	Cobre.....	20	» Francisco Torner Sagú.
Idem.....	Idem.....	La Pobellana.....	Hierro....	24	» Eugenio Pol Claro.
Lugo.....	Cervantes	Vizcaya.....	Antimonio.	40	» Marcos Muñoz Samaniego.
Idem.....	Quiroga.....	Clarita.....	Hierro....	52	» Arturo Díaz Tejeiro.
Idem.....	Idem.....	Consuelo.....	Oro.....	20	Idem.
Idem.....	Caurel.....	Marcos.....	Plomo....	20	D. Marcos Muñoz Samaniego.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	40	D. Joaquín Trillo Figueroa.
Idem.....	Grado.....	Josefina.....	Idem.....	8	» Manuel de la Cerra y Samuño.
Idem.....	Lena.....	El Oso.....	Idem.....	11	» Leandro Díaz Faes-Martínez.
Idem.....	Labiana.....	Demasia a Pilar.....	Hulla.....	2,0680	» Fernando García Goñzález.
Idem.....	Idem.....	2.ª Demasia a Pilar.....	Idem.....	2,3632	Idem.
Idem.....	Idem.....	Argentina.....	Idem.....	134	D. Francisco Alamo González.
Idem.....	Idem.....	Justina.....	Idem.....	46	» José Díaz Huerta.
Idem.....	Lena.....	Marieta.....	Idem.....	15	» Alfredo Martínez Herrero.
Idem.....	Idem.....	Prudencia.....	Idem.....	16	» Joaquín Fernández Muñoz.
Idem.....	Idem.....	Joaquina.....	Idem.....	9	Idem.
Salamanca..	El Rayo.....	Rosario.....	Estaño....	19	D. Francisco Carranza Ballesteros.
Idem.....	Idem.....	Hermann.....	Idem.....	30	» Blas Vázquez Romero.
Idem.....	Idem.....	Antonia.....	Idem.....	45	Idem.
Idem.....	Idem.....	Rosalía.....	Idem.....	180	Idem.
Idem.....	Idem.....	Felisa.....	Idem.....	35	D. Francisco Gómez de la Rosa.
Idem.....	Idem.....	Anita.....	Idem.....	30	» Blas Vázquez Romero.
Idem.....	Idem.....	Elisabeth.....	Idem.....	165	Idem.
Idem.....	Idem.....	Carmen.....	Idem.....	30	Idem.
Idem.....	Idem.....	José.....	Idem.....	32	D. José Miguel Oliván.
Idem.....	Fregeneda	Juan.....	Idem.....	152	Compañía Estaños Hispano-Portugueses.
Idem.....	Idem.....	Marta.....	Idem.....	410	Idem.
Idem.....	Idem.....	Julica.....	Idem.....	32	D. Teófilo Fernández Psenio.
Idem.....	Idem.....	Protección.....	Idem.....	15	Idem.
Idem.....	Idem.....	Fe.....	Idem.....	5	Idem.
Idem.....	Navasfrías	Sorpresa.....	Idem.....	49	D. Alejandro Borreguero Paino.
Idem.....	Idem.....	Reservada.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Villar de Ciervo	Aurora.....	Idem.....	48	D. Adolfo Hernández Santos.
Teruel.....	Alcaine.....	Mercedes.....	Carbón....	12	» Cipriano Gil Luna.
Idem.....	Idem.....	Juan.....	Idem.....	4	» Francisco Lorente García.
Idem.....	Castel de Cabra	María Pilar.....	Idem.....	400	» Domingo Alastrué Aguales.
Idem.....	Castel de Cabra y Montalbán	Guillermo.....	Idem.....	398	» Eugenio Salarnier Conde.
Idem.....	Castel de Cabra	Rosario.....	Idem.....	30	Idem.
Idem.....	Castel de Cabra y Palomar.....	Margarita.....	Idem.....	320	Idem.
Idem.....	Escucha y Utrillas.....	Angeles.....	Idem.....	56	D. Julio García Argüelles.
Idem.....	Idem.....	Paulina.....	Idem.....	10	Idem.
Idem.....	Palomar y Montalbán.....	Angelita.....	Idem.....	145	Idem.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Teruel	Linares de Mora.....	San Remigio.....	Hierro	163	C. ^a Minera Bético-Manchega.
Idem.....	Tormón.....	Dolores.....	Cinabrio...	68	D. Félix Mastorell y Toldi.
Idem.....	Linares de Mora.....	Torre Colás.....	Hierro	51	C. ^a Minera Bético-Manchega.
Idem.....	Villel.....	El Pilar.....	Idem.....	10	D. Daniel Lamo Castillo.
Vizcaya....	Durango y Guecho....	Iturbe.....	Estaño....	72	» José de Berasaluce.
Idem.....	Idem.....	Aguirre.....	Idem.....	301	Idem.
Zaragoza...	Torrelapaja.....	Blanco.....	Asfalto....	23	D. Francisco de Mesa y Salvado.
Idem.....	Mequinenza.....	Dm. ^a a Mina Divisoria de Provincia.	Carbón...	1,4947	Carbonífera del Ebro, S. A. Minera.
Idem.....	Torrelapaja y Bijuesca.	Dm. ^a a Sta. M. ^a de la Paz y Carmen.	Idem.....	23,6094	D. Francisco de Mesa y Salvado.
Idem.....	Morata de Jalón.....	Jalón número 1.....	Hierro	100	» Emilio Zurbano de Val.
Idem.....	Idem.....	Idem id. 2.....	Idem.....	42	Idem.
Idem.....	Zaragoza.....	Mina Bas.....	Sulfato de sosa.	15	D. José Bas Soler.
Idem.....	Zaragoza y Medrano...	Mina Curiel.....	Idem.....	16	Idem.

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación anual del catastro de los siguientes distritos: Granada (Granada y Málaga), Palencia (Palencia y Burgos), Salamanca (Salamanca, Avila, Valladolid y Zamora) y Oviedo. Se ha practicado la rectificación mensual del catastro de las provincias de Alicante, Barcelona, Lérida, Lugo, Navarra, Oviedo, Salamanca, Teruel, Vizcaya y Zaragoza.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real decreto que deroga el núm. 1.967, de 6 de septiembre de 1929, y en su virtud suprime el Instituto de Estructuración Minera por él creado y anula los nombramientos recaídos para constituir la Junta directiva del mismo. («Gaceta» del 1.)

EXPOSICIÓN

Señor: La simplificación de los servicios públicos aconseja prescindir de aquellos Centros u organismos de reciente creación cuyos cometidos puedan ser debidamente desempeñados por otros de recio abolengo y probada competencia, tanto más si ello puede hacerse con ventajas positivas de orden económico que se traduzcan en una disminución de gastos en los presupuestos generales del Estado.

Tal sucede con el Instituto de Estructuración Minera, creado por Real decreto de 6 de septiembre de 1929.

La finalidad del mismo, que es conocer, ordenar y estructurar la producción minera de España, vigilar y encauzar el comercio y transformación de las substancias minerales y de las materias que se obtengan directamente de su tratamiento, así como proponer a la Superioridad las reformas legislativas que sean convenientes para el más fácil cumplimiento de aquellos fines, tiene su natural encaje en los cometidos adscritos al Consejo de Minería, cuyo Reglamento permite, por otra parte, al Gobierno aumentar cuando lo estime oportuno el número de sus Vo-

cales con Ingenieros Jefes del Cuerpo de Minas al servicio oficial, pudiendo así lograrse, sin gravamen alguno para el presupuesto, una mayor intensificación de los servicios a dicho Alto Centro encomendados.

Cierto que en el Instituto de Estructuración tenían cabida representaciones de entidades mineras ajenas a los Centros y Dependencias de la Administración Central; pero el transferir al Consejo de Minería las funciones de aquel organismo no supone que hayan de dejar de conocerse las orientaciones de aquellas entidades sobre los fines expresados, ni prescindir de su valioso asesoramiento, ya que podrán y deberán ser oídos antes de que cristalicen en realidades las propuestas o acuerdos del Consejo sobre los asuntos que lo requieran.

Teniendo en cuenta lo que queda expuesto, el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a V. M. el siguiente proyecto de Real decreto.

Madrid, 28 de febrero de 1930. Señor: A L. R. P. de V. M.,
Leopoldo Matos y Massieu.

REAL DECRETO

Núm. 689.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Queda derogado el Real decreto número 1.967, de 6 de septiembre de 1929, y en virtud suprimido el Instituto de Estructuración Minera que por él se creó, anulándose los nombramientos recaídos para constituir la Junta directiva del mismo.

Art. 2.º El servicio de formación y publicación de las estadísticas minera y metalúrgica continuará, como anteriormente, encomendado al Consejo de Minería. La forma-

ción del Inventario general de los criaderos minerales de España, catálogo descriptivo de los mismos y noticias sobre sus características industriales, seguirá efectuándose por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas, con el concurso del personal afecto a los Distritos mineros. La Oficina reguladora de la producción, fabricación y venta de sales potásicas y la Junta Superior de explotación de las mismas conservarán la organización y atribuciones que les fueron concedidas por la ley de Minas potásicas, de 24 de julio de 1918, y Reglamento para su aplicación, de 23 de octubre del mismo año, y dependerán directamente del Ministro de Fomento.

Art. 3.º Las finalidades que fueron encomendadas al Instituto de Estructuración Minera por el citado Real decreto de 6 de septiembre de 1929, en cuanto se refieren a conocer, ordenar y estructurar la producción minera en España—salvo en lo que a combustibles minerales se refiere, que quedarán afectas al Consejo Nacional y Sección de Combustibles de la Dirección de Minas, con sujeción a las disposiciones vigentes en la materia—, vigilar y encauzar el comercio y transformación de las substancias minerales y de los materiales que se obtengan directamente de su tratamiento, así como la propuesta de las reformas legislativas que sean convenientes para el más fácil cumplimiento de aquellos fines, se transfieren al Consejo de Minería, que atenderán al cumplimiento de las mismas con el concurso que sea necesario por parte de los Centros y Dependencias, tanto centrales como provinciales, del Servicio especial de Minas y oirá a las Cámaras Mineras en cuantos asuntos supongan modificaciones de carácter legislativo o se refieran al fomento y desarrollo de las explotaciones mineras, estructuración de las concesiones y beneficio de sus productos en el país, exportación de los mismos cuando los mercados interiores no puedan absorberlos íntegramente; creación de industrias nuevas minerometa-

lúrgicas; agrupación, inteligencia o consorcio de las existentes, con el fin de abaratar y mejorar sus productos; organización de fines comerciales, tanto en el país como en el extranjero; determinación de los precios de coste en las distintas ramas minera y metalúrgica de la producción interior, y, en general, en cuantos asuntos no sean de un orden estrictamente oficial o administrativo.

Art. 4.º De acuerdo con lo previsto en el Real decreto de creación del Consejo de Minería y Reglamento para su régimen interior formarán en lo sucesivo parte del mismo como Vocales los tres Jefes de Sección de la Dirección general de Minas y Combustibles y el Director de la Escuela especial de Ingenieros de Minas, los cuales tendrán los mismos derechos y obligaciones que los demás Vocales, Inspectores generales del Cuerpo de Minas.

Art. 5.º Por el Ministro de Fomento se dictarán las disposiciones aclaratorias y complementarias que puedan ser precisas para el cumplimiento de lo preceptuado en el presente Real decreto.

Dado en Palacio a veintiocho de febrero de mil novecientos treinta.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Leopoldo Matos y Massieu*.

Real orden núm. 50 que declara caducada la concesión otorgada a D. Luis de Aranguren y Gallástegui, en nombre de la Sociedad Portland Iberia, S. A., por Real orden de 1.º de julio de 1929, para ampliar en 40.000 toneladas anuales la producción de su fábrica de cemento portland artificial de Castillejo (Toledo). («Gaceta» del 2.)

Real orden núm. 51 que autoriza a D. Pedro Omedes Clivillé para substituir dos molinos de piedra por otros dos mecánicos a bolas, sistema Krupp, en su fábrica de Sarriá de Ter (Gerona), de cementos y cales naturales. («Gaceta» del 2.)

Real orden que dispone rijan para el mes de marzo actual los mismos precios que en la actualidad para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo. («Gaceta» del 4.)

Núm. 56.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el mes de marzo próximo rijan en España, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigen actualmente, que son los que se fijaron por Real orden de 31 de julio de 1929, publicada en la *Gaceta de Madrid* de 1.º de agosto siguiente.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 28 de febrero de 1930.—*Matos*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden núm. 57 que dicta normas para la elección de Vocales del Orfanato de Mineros Asturianos. («Gaceta» del 6.)

Real orden núm. 58 que dicta reglas para la recaudación del canon de 25 céntimos de peseta por tonelada de carbón, para recursos del Orfanato de Mineros Asturianos. («Gaceta» del 6.)

MINISTERIO DE HACIENDA

Real orden núm. 229 declarando que los importadores de hulla inglesa de los grupos A, B y C con derecho a la reducción arancelaria, son los que figuran en la relación que se inserta, en la que también se expresan las cantidades recibidas de hulla inglesa y de carbón nacional. («Gaceta» del 25.)

MINISTERIO DE FOMENTO

Real decreto declarando disuelto el Consejo Nacional de Combustibles y vinculadas en la Dirección general de Minas y Combustibles las atribuciones que a dicho organismo le fueron conferidas por los Reales decretos de las fechas que se indican. («Gaceta» del 31.)

EXPOSICIÓN

Señor: Obedeció la creación del Consejo Nacional de Combustibles en 1926 a la necesidad de establecer un órgano asesor del Gobierno, en el cual estuvieran representados los sectores de la vida nacional más directamente interesados en los problemas concernientes a la producción y consumo de combustibles minerales.

Fruto del meditado estudio llevado a cabo por este organismo en los primeros años de su actuación ha sido la legislación dictada por el Gobierno de V. M., por el cual quedó instituido el Nuevo Régimen de la Economía del Carbón y regulado el funcionamiento de los depósitos flotantes, de señalada influencia en la marcha de la industria hullera nacional, que ha logrado una mejora considerable en su situación. En épocas posteriores, el Consejo, mediante la gestión de sus organismos ejecutivos, ha dedicado su asidua atención a implantar las aludidas disposiciones y a preparar las de orden complementario, debiendo señalarse por su acierto y eficacia los servicios de Información y Estadística, que permiten seguir al día el desarrollo de la industria, merced al concurso de los elementos productores que han contribuido con un ligero gravamen a costear tales servicios en forma que no pesan sobre el Tesoro público.

Pero considera el Ministro que tiene la honra de dirigirse a V. M. que si la orientación adoptada por el Go-

bierno induce a simplificar los servicios y aconseja reintegrar a la Administración las funciones que son de su natural competencia, es también estímulo para respetar las organizaciones que, con la cooperación de los factores interesados, han trabajado con positivo rendimiento y contribuido eficazmente a resolver la situación de la industria hullera.

A estas consideraciones obedece el presente Decreto, en el que además de vincular en la Dirección general de Minas y Combustibles la plenitud de atribuciones reconocidas al Consejo, se conservan las funciones ejecutivas en un Comité, del que forman parte, con representantes del Estado, los elementos interesados en la producción, distribución y consumo de combustibles, cuya eficacia ha sido plenamente demostrada por la experiencia.

Tal es el proyecto de Real decreto que el Ministro de Fomento, por acuerdo del Gobierno, tiene la honra de someter a la aprobación de V. M.

Madrid, 28 de marzo de 1930.—Señor: A L. R. P. de V. M.,
Leopoldo Matos y Massieu.

REAL DECRETO

Núm. 962.

A propuesta del Ministro de Fomento y de acuerdo con Mi Consejo de Ministros,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Queda disuelto el Consejo Nacional de Combustibles y vinculadas en la Dirección general de Minas y Combustibles las atribuciones que a dicho organismo fueron conferidas por los Reales decretos de su creación, 1.377, de 6 de agosto de 1927; 1.390, de 15 de agosto de 1927; 1.180, de 7 de julio de 1928; 2.569, de 27 de diciembre de 1929, y demás disposiciones reguladoras de la producción y consumo de carbones, que se mantienen en vigor.

El estudio de todos los asuntos de la competencia del extinguido Consejo incumbirá a la Sección de Combustibles de la citada Dirección general.

Los Comités creados por el Real decreto núm. 1.510, de 15 de agosto de 1927, quedan refundidos en un Comité ejecutivo de Combustibles, que tendrá todas las facultades atribuidas a aquéllos en las disposiciones oficiales.

El Comité ejecutivo de Combustibles se constituirá con cinco Vocales, de los cuales dos serán representantes del Estado, uno de la Federación de Sindicatos carboneros de España, uno de los consumidores y uno de la Asociación de Sindicatos de almacenistas e importadores.

Será Presidente nato del Comité el Director general de Minas y Combustibles y Vicepresidente el Ingeniero Jefe de la Sección de Combustibles.

El nombramiento de los Vocales de la Delegación del Estado recaerá en un Ingeniero de Minas del servicio oficial y en un Ingeniero Naval como representante del consumo de los organismos oficiales.

Será Secretario del Comité un Ingeniero de Minas de la Sección de Combustibles.

Los acuerdos del Comité ejecutivo de Combustibles son recurribles ante el Ministro de Fomento, previo informe del Director general de Minas y Combustibles.

Art. 2.º Todos los servicios del Consejo pasarán a depender de la Sección de Combustibles con el personal adscrito a ellos que fuere preciso para mantenerlos con eficacia.

Los gastos que estos servicios y el funcionamiento del Comité ejecutivo de Combustibles ocasionen serán satisfechos con cargo al gravamen sobre tonelada de carbón establecido por el Real decreto núm. 1.377, de 6 de agosto de 1927, y regulado por la Real orden núm. 50 del Ministerio de Fomento, de 1.º de marzo de 1929, ajustándose a las normas del Real decreto núm. 599, de 25 de febrero de 1930.

Corresponde a la Dirección general de Minas y Combustibles organizar y dotar los servicios en forma que los gastos no excedan en ningún caso de los recursos referidos.

Art. 3.º Las representaciones otorgadas al Consejo en diversos organismos del Estado recaerán en funcionarios técnicos afectos a la Dirección general de Minas y Combustibles, previa propuesta de la Sección.

Art. 4.º Se autoriza al Ministro de Fomento para dictar las disposiciones complementarias que exija el cumplimiento de este Real decreto.

Dado en Palacio a veintiocho de marzo de mil novecientos treinta.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Leopoldo Matos y Massieu*.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Estudio sobre las explosiones de polvo de carbón y sobre los medios empleados para evitarlas y limitarlas, por el Ingeniero de Minas D. Luis Torón Villegas. (Memoria premiada en el concurso de 1929 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid.)</i>	211
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de febrero de 1930.....	276
Producción de combustibles durante el mes de febrero de 1930.....	279
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de febrero de 1930.....	280
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	283
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de marzo de 1930.....	284
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.—Real decreto que deroga el núm. 1.967, de 6 de septiembre de 1929, y en su virtud suprime el Instituto de Estructuración Minera por él creado y anula los nombramientos recaídos para constituir la Junta directiva del mismo.....	288
Real orden que declara caducada la concesión otorgada a D. Luis de Aranguren y Gallástegui, en nombre de la Sociedad Portland Iberia, S. A., por Real orden de 1.º de julio de 1929, para ampliar en 40.000 toneladas anuales la producción de su fábrica de cemento portland artificial de Castillejo (Toledo)....	291

Real orden que autoriza a D. Pedro Omedes Clivillé para substituir dos molinos de piedra por otros dos mecánicos a bolas, sistema Krupp, en su fábrica de Sarriá de Ter (Gerona), de cementos y cales naturales	291
Real orden que dispone rijan para el mes de marzo actual los mismos precios que en la actualidad para la venta de plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo.....	292
Real orden que dicta normas para la elección de Vocales del Orfanato de Mineros Asturianos	292
Real orden que dicta reglas para la recaudación del canon de 25 céntimos de peseta por tonelada de carbón, para recursos del Orfanato de Mineros Asturianos..	292
Ministerio de Hacienda.—Real orden declarando que los importadores de hulla inglesa de los grupos A, B y C con derecho a la reducción arancelaria, son los que figuran en la relación que se inserta, en la que también se expresan las cantidades recibidas de hulla inglesa y de carbón nacional.....	292
Ministerio de Fomento.—Real decreto declarando disuelto el Consejo Nacional de Combustibles y vinculadas en la Dirección general de Minas y Combustibles las atribuciones que a dicho organismo le fueron conferidas por los Reales decretos de las fechas que se indican	293

**Boletín Oficial de Minas, Metalurgia
y Combustibles**



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

ESTUDIO SOBRE LAS EXPLOSIONES DE
POLVO DE CARBON Y SOBRE LOS MEDIOS
EMPLEADOS PARA EVITARLAS
Y LIMITARLAS

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. LUIS TORÓN VILLEGAS

MEMORIA PREMIADA EN EL CONCURSO DE 1929 ENTRE INGENIEROS
DE MINAS DE LA ESCUELA DE MADRID

LEMA: Courrières.

(Continuación.)

CAPITULO XV

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN LOS ESTADOS UNIDOS

El efecto producido en el mundo minero francés por la catástrofe de Courrières se repitió entre los mineros americanos, con las catástrofes de Monongah, con sus 367 víctimas, y Darr, en la que murieron 239 hombres. Este efecto, unido al ejercido con carácter mundial por la enorme importancia de la explosión de Courrières, crearon en Norteamérica un estado de alarma, que cristalizó en una decisión adoptada por el Congreso en diciembre de 1907, en la cual se tomaban disposiciones para proceder a la investigación de las causas de las explosiones mineras. Una vez más se puso de manifiesto la característica despreocupación y

desprecio del peligro de la gente minera que necesita, en muchas ocasiones, un toque de atención de la índole de las catástrofes antes enunciadas, para tomar disposiciones en defensa de sus vidas.

Las investigaciones primeras se realizaron por la sección tecnológica del United States Geological Survey, dirigida por el conocido Dr. Holmes, que antes de proceder al establecimiento de las instalaciones de estudio hizo un viaje a Europa para documentarse por la visita de las estaciones de ensayos europeas. Sin embargo, las galerías europeas estaban todas construídas en la superficie, como ya hemos visto, excepto la de Segengottes, cuyos trabajos, como sabemos, se limitaron al estudio de la inflamabilidad del polvo de carbón, pero no al de la propagación de las explosiones, infinitamente más importante. Por otra parte, una gran proporción de técnicos mineros europeos y americanos sostenían ante los resultados de Lievin, Altofts, Frameries, etc., que, aunque en las galerías de estas estaciones se había logrado la producción de explosiones de polvo, en la mina, y bajo las condiciones especiales de la explotación subterránea, estas explosiones no se producían más que en contados casos. Por todo ello, la conclusión deducida de su viaje por el Dr. Holmes fué favorable a la construcción de una galería experimental, pero no en la superficie, sino subterránea, y con todas las complicaciones inherentes a una explotación minera real, con el fin de que las conclusiones obtenidas de los experimentos en ella realizados fueran aceptadas de manera decisiva por todos.

Como de momento no era posible tal instalación, por falta de consignación, el Dr. Holmes se dedicó, a fines de 1908, a la erección de una galería superficial de acero de cien pies de larga, en la cual realizó ensayos acerca de la seguridad relativa de los explosivos, y al mismo tiempo, algunos ensayos sobre la inflamabilidad del polvo de carbón, hasta que en julio de 1910 fué creado el «Bureau of

Mines», al cual pasó todo lo referente a la sección tecnológica del Geological Survey, y que fué puesto bajo la dirección del Dr. Holmes. Este, poco después, logró disponer de las consignaciones necesarias para el establecimiento de una estación subterránea de ensayos, y después de largas investigaciones en busca de lugar apropiado para ello, se eligió un lugar cerca de Bruceton, perteneciente a la Pittsburgo Coal Co., y en el cual existía una capa de hulla de condiciones perfectamente adecuadas a la labor proyectada.

Los ensayos realizados en dicha instalación sobre el polvo de carbón se pueden agrupar en tres series diferentes, de las cuales la primera, realizada entre fines de 1911 y principios de 1912, sólo constó de 15 ensayos, de los que no se dedujeron casi consecuencias prácticas, y que, por el contrario, produjeron por su violencia tales destrozos, que fué preciso rehacer una buena parte de la mina, en la cual se empleó todo el resto del año 1913. Afortunadamente, estos desperfectos no ocurrieron en vano, porque llamaron la atención de la gente minera acerca de la importancia de las explosiones de polvos, e iniciaron una época de cuidado por parte de todos, cuyos resultados no se hicieron esperar y se manifestaron en la disminución sensible de las explosiones de polvos y de las víctimas producidas por las mismas. La segunda serie de ensayos se inició en 1913, siendo de capital importancia los estudios en ella comprendidos. Antes de pasar a su estudio debemos proceder a la descripción de la magnífica estación de Bruceton, o sea la llamada *Experimental Mine*, digna por su extensión e instalación de ser el objeto de un estudio detallado.

La estación de ensayos de Bruceton (1).—Esta estación de ensayos, que es la más importante del mundo por lo completo de su instalación y lo bien estudiado de todos

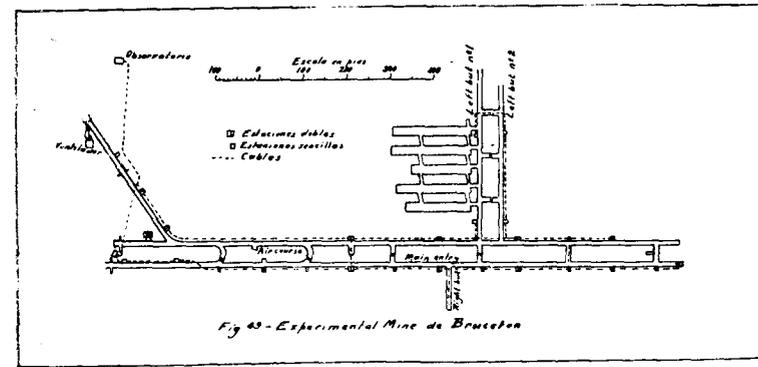
(1) Bulletin 167 del U. S. Bureau of Mines y Ann. Min. 12^{ème} série. V, 1^{ère}.

sus servicios, se halla situada en las proximidades de Bruscon, a unas 13 millas del centro de Pittsburgh. En su descripción debemos considerar separadamente las instalaciones de superficie y las subterráneas.

Las instalaciones de superficie constaban, cuando se realizaron los ensayos de la segunda serie, con una serie de edificios destinados a: Central productora de energía eléctrica para todos los demás servicios y de una capacidad de 150 HP; taller de pulverización de carbones para la producción del polvo de carbón para los ensayos y para su almacenamiento mientras no llegase el momento de su utilización; instalación de ventiladores, compuesta de un ventilador de alta presión, accionado por una máquina de vapor, y un ventilador de socorro, accionado por un motor de gas (ambos instalados de manera que, rápidamente y sólo por la maniobra de unas compuertas, se pudiera invertir el sentido de la corriente de aire en la mina); una instalación de basculado de los vagones de carbón que salían de la mina, compuesta de un puente inclinado y de un torno elevador; un edificio, a prueba de explosiones y proyecciones, destinado a observatorio y para el alojamiento de los aparatos de control, talleres, depósitos de aceite y agua, casa de bombas, etc. A través del terreno de la estación pasaba una tubería de transporte de gas natural que contenía 88 por 100 de metano y 12 por 100 de etano, y de la cual se tomaba, mediante una derivación, el gas necesario para los ensayos.

En cuanto a las instalaciones subterráneas, estaban constituidas por una verdadera mina formada en la capa llamada Capa de Pittsburgh, que en la región que nos ocupa se presenta casi plana y con una gran regularidad. Esta capa presenta una veta de hulla de un espesor de 5' a 5'-6'', sobre la cual se halla un falso techo de 1' a 2' de pizarra arcillosa, que es siempre preciso arrancar en la explotación porque no ofrece seguridad; por encima de ésta se

halla una veta de hulla dura, mezclada con vetas de pizarra, de un espesor de 1' a 2', y que es lo que constituye el verdadero techo de la capa; este hecho es muy firme y no se afecta por la acción de los agentes exteriores, salvo en algunos contados casos en los que se desprenden lascas delgadas. El muro está constituido por una arcilla dura que recubre una potente formación caliza inferior. En esta capa se practicaron las galerías de la mina experimental, que eran dos de iguales dimensiones (seis y medio pies de alto y nueve pies de ancho) y que están separadas entre sí por un macizo de 41 pies de ancho. Estas dos galerías, que se designaban la de la derecha como *Main Entry* y la de la



izquierda como *Air Course*, tenían una longitud de 1.300 pies, estando comunicadas entre sí cada 200 pies por otras transversales que se habían practicado con fines de ventilación al perforar aquéllas y que se mantenían cerradas mediante tabiques de hormigón armado de gran resistencia (figura 49), salvo la última comunicación, a 50 pies de los frentes, que se conservó abierta para formar el circuito de ventilación. La *Main Entry* tenía una galería transversal en su lado derecho, a los 775 pies de la boca y la *Air Course* otras dos a los 850 y 900 de la boca y en su lado izquierdo; estas tres galerías, designadas por los nombres de *Right But Entry* la primera y *Left But Entry* las dos se-

gundas, tenían una longitud de 100, 300 y 350 pies, respectivamente; las dos Left But Entries estaban comunicadas mediante pequeñas galerías normales de 100 en 100 pies, las cuales, salvo la última, estaban cerradas por tabiques en cemento armado, mientras que en la última se colocaban diversos tabiques de ensayo.

De la Left But núm. 1 arrancaban unas cámaras de explotación, cuyas entradas tenían un ancho de siete pies y que a los 21 pies se ensanchaban hasta los 20 pies, que era el ancho normal de cada una; entre cada dos quedaba un pilar de 24 pies.

La Air Course se comunicaba con la superficie mediante un pocillo de seis metros de altura, que se empleó durante la perforación de las mismas para fines de ventilación. A los 117 pies de la boca de esta galería se comunica con otra que la corta bajo un ángulo agudo (55°) y que está prolongada hasta la superficie por un tubo de acero que fué la primitiva galería de ensayos, y a la extremidad de la cual se halla instalado el ventilador, capaz de enviar a la mina un volumen de 2.665 metros cúbicos de aire por minuto bajo una depresión de 50 milímetros de agua. Esta galería recibe el nombre de Diagonal Heading, y tanto ella como la Air Course están aisladas del exterior mediante puertas que se abren hacia fuera; es decir, cuando en la mina reina una sobrepresión, con el fin de que el ventilador esté siempre protegido por estas dos válvulas de seguridad de las presiones desarrolladas durante las explosiones.

Con el fin de facilitar la limpieza de las galerías se dispuso en todo el suelo de las mismas un piso de cemento y se revistieron las paredes en los primeros 350 pies con lechada de cemento, aplicada mediante el conocido método del *cementgun* que, además, presenta la ventaja de dejar libre de las influencias atmosféricas dichas paredes, evitando las descomposiciones lentas que se suelen producir

en ellas por la acción del aire, sobre todo en las galerías que sirven de vuelta de éste.

De 100 en 100 pies, en la Main Entry, y de 200 en 200 en la Air Course y en las Left But, se practicaron pequeñas cámaras en las paredes con el fin de alojar en ellas los aparatos de medida. Estas cámaras eran en unos casos sencillas y en otros dobles, según se ve en la figura, y en ellas se colocaban dichos aparatos sobre una placa protectora de hierro sujeta a la pared de contacto con la galería y comunicada sólo con ésta mediante orificios especiales.

A lo largo de toda la mina se instaló un cable armado de 31 hilos, de los cuales dos servían para la corriente de inflamación del explosivo empleado como medio de ignición, otros dos para el teléfono y los demás para componer los diversos circuitos de los aparatos de medida.

Los aparatos de medida constituyen una de las características más interesantes de la estación que nos ocupa por el verdadero lujo que representa el número de los empleados y sus modelos. Por ello merece que los estudiemos con algún detalle:

1.º *Para la medida del tiempo* y su registro se empleaban dos cronógrafos del mismo tipo que los empleados en Lievin y que hemos ya descrito en otro lugar.

2.º *Para la medida de velocidades de llama* se empleaban circuitos en los que se intercalaba una hojita de papel de estaño, colocada entre dos bloquitos de madera, y que, fundiéndose al paso de la llama, producía una marca en el cronógrafo al interrumpirse la corriente; en su empleo se introducían algunas correcciones para compensar algunos retrasos inevitables que la acción refrigerante de las paredes podía producir. El sistema empleado en Lievin de producir la ruptura de los circuitos por la explosión de un detonador se ensayó en Bruceton y fué desechado porque sin duda la humedad inevitable de la mina afectaba a su funcionamiento y, además, porque el orificio que ponía

el fulminato en contacto con la llama se podía llenar del polvo en suspensión en la atmósfera de la galería e impedir su explosión.

3.º *Para determinar la dirección de las corrientes de aire* durante la explosión y después de la misma se emplearon unos aparatos muy ingeniosos que consistían en una especie de banderita metálica de eje horizontal y que estaba colgando cuando el aire estaba en reposo; al llegar a ella la onda de aire o gases producía su giro en un cierto sentido, causando, por el desplazamiento de un saliente situado en el eje, pero en la parte interna, el cierre de un circuito; cesada la causa, la banderita caía de nuevo a su posición de reposo y si una nueva onda de aire volvía a actuar se producía un nuevo desplazamiento y un nuevo cierre del circuito; como, según que el desplazamiento fuese en un sentido o en otro, el circuito era distinto y cada uno estaba conectado con un indicador del cronógrafo, se ve que se podían registrar las direcciones de las corrientes de aire y de gases y la duración de su paso.

4.º *Para registrar las velocidades de las corrientes*, después de haber ensayado diversos aparatos, se escogieron unos, también muy sencillos, llamados en la estación *trolleys* y que consistían en un alambre de 125 pies de largo, colocado tenso entre dos puntos de la galería, de modo que quedase horizontal, y en el cual se deslizaba un pequeño tubo de aluminio que llevaba sujeta en su medio una arandela de caucho endurecido de cuatro pulgadas de diámetro. Dicha arandela se colocaba antes del ensayo en una posición inicial, y cuando llegaba la corriente, cuya velocidad se quería medir, ésta producía su deslizamiento a lo largo del alambre. Ahora bien, en dicho deslizamiento la arandela encontraba a los 25 pies de su punto de reposo una palanquita ligera y a su paso la tropezaba y producía la maniobra de un pequeño interruptor que abría el circui-

to de un indicador del cronógrafo; 100 pies más adelante, o sea al final del hilo, se hallaba una segunda palanquita que accionaba al paso de la arandela un segundo interruptor que producía el cierre del mismo circuito y, por tanto, por las señales del cronógrafo, se veía el tiempo empleado por la arandela para recorrer los 100 pies que mediaban entre las dos palanquitas.

5.º *Para la medida y registro de las presiones* se ensayaron los manómetros registradores B C D, empleados en Eskmeals y descritos por nosotros en un capítulo anterior, después los registradores Carpentier, que hemos descrito al tratar de los ensayos de Lievin, y, por último, otros registradores contruídos especialmente para esta estación, sobre una base igual a los registradores Carpentier, a los cuales se parecen bastante, pero de los que difieren en que el rayo luminoso que registra las variaciones de presión actúa directamente, sin el intermedio de ningún prisma, con lo cual se consiguieron resultados más constantes que con los Carpentier, en los que muchas veces el rayo luminoso no llegaba a impresionar el papel.

Para la medida de las presiones máximas se emplearon al principio unos *crushers* muy sensibles, que no dieron resultados satisfactorios, y después unos tubos de vidrio cerrados por un extremo y plateados interiormente, por los que subía el mercurio de una pequeña cubeta, bajo la acción de las presiones, disolviendo la plata en todo su recorrido y marcando así el punto máximo de su ascensión; pero se vió que, dado lo instantáneo del establecimiento de las presiones, este aparato era lento y por tanto inaplicable. Por otra parte, dado el perfecto funcionamiento de los registradores de presión, se vió era inútil el empleo de indicadores de presión máxima, ya que ésta quedaba registrada, como las demás, en la hoja de aquéllos.

6.º *Para la toma de muestras de gases* no se consideraron suficientes los aparatos de Lievin ni los B C D emplea-

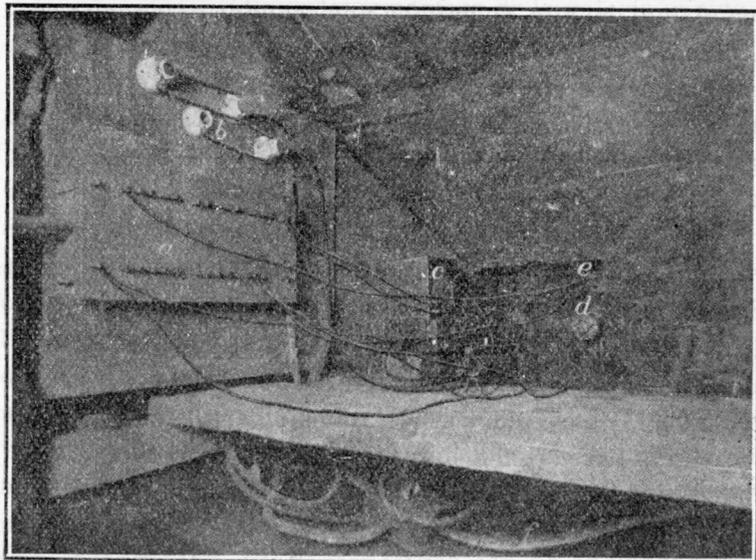


Fig. 50.—Interior de una estación doble.—a) Terminal del cable de 31 conductores; b) Terminal del cable de tres conductores; c) Manómetro Carpentier; d) Indicador de dirección de aire; e) Bloque de hoja de estaño; f) Cables.

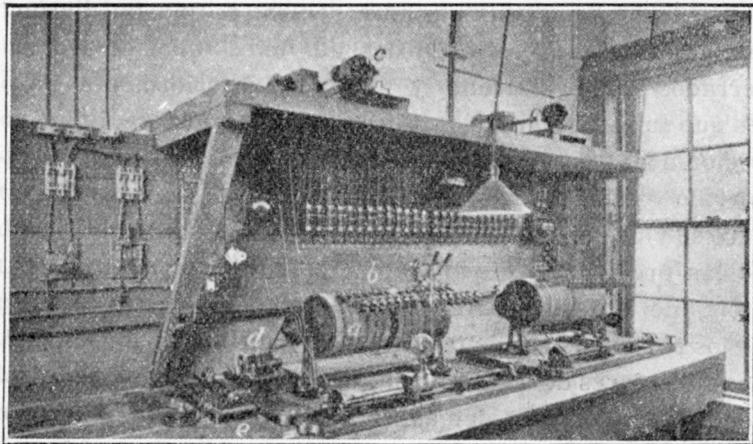


Fig. 51.—Cronógrafos.

dos en Eskmeals y se procedió al establecimiento de nuevos aparatos, especialmente proyectados, de los cuales se ensayaron varios, escogiéndose, como mejores, dos designados por las letras A y C.

En el modelo A había tres tubos de cobre de toma de muestras, los cuales se abrían, en momentos distintos, por la acción de un mecanismo que producía, por la acción de un electroimán, la rotura de un cierre de cristal delgado y que, pasado un breve espacio de tiempo, los cerraba mediante la aplicación de un tapón de goma.

En el modelo C se producía, mediante un mando a distancia, realizado por el cronógrafo, la apertura del tubo de toma mediante un avance del mismo en dos fases: en la primera, por el choque contra un tope se rompía el cierre de vidrio del tubo y en la segunda llegaba el tubo a chocar con una arandela de goma que quedaba apretada muy firmemente contra dicha boca. Este modelo permitía colocarlo en la prolongación de un tubo y, por tanto, distante de las paredes, con el fin de tomar muestras de las regiones centrales de la galería.

Como se habrá comprendido, en los tubos de toma de muestras se había hecho el vacío antes de cerrarlos, para producir después la entrada de los gases al romperse el cierre.

Ambos tipos de tomadores automáticos de muestras se mostraron excelentes en todos los ensayos.

En las figuras 50 a 59 damos una serie de vistas fotográficas de los diversos aparatos, que permiten una mejor comprensión de sus descripciones.

7.º Para apreciar los recorridos de llama se emplearon copos de algodón pólvora, como en las otras estaciones de ensayos, y después un sistema de indicadores de papel fotográfico, que se mostraron mucho más eficaces. Estos indicadores consistían en trozos de papel sensible, colocados en el interior de pequeños manguitos de tubo de media pul-

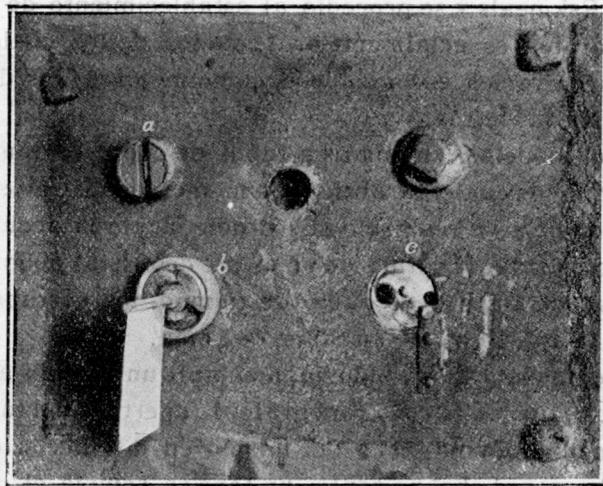


Fig. 52. — Placa de frente de una estación doble. — a) Bloque de hoja de estaño; b) Indicador de dirección; c) Manómetro.

gada; estos manguitos se colocaban en el techo de las galerías, con su orificio hacia abajo, con el fin de que el paso de la llama impresionase el papel sensible, que luego era revelado y que por los tonos de ennegrecimiento mostraba

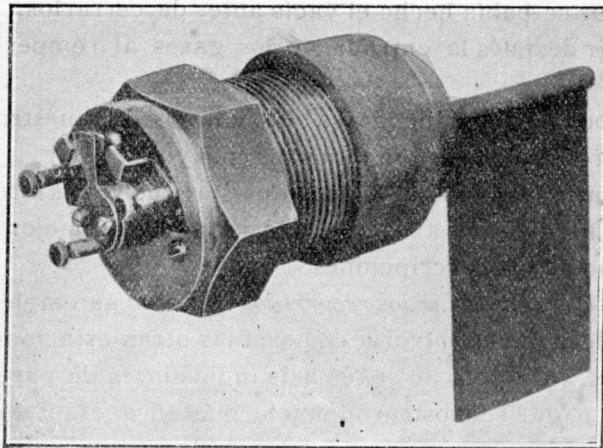


Fig. 53. — Indicador de dirección de aire.

las diversas intensidades de la llama. Para el empleo de estos indicadores, se los cargaba en la cámara oscura, con el papel sensible, cerrándolos con tapones roscados, los cuales no se quitaban sino cuando los tubos estaban ya colocados en sus diversas plazas y por un encargado provisto de una lámpara de luz inactiva, que sólo procedía al destapado cuando todo el restante personal había salido de la mina.

En la conducción de los ensayos se tomaban todas las precauciones imaginables para evitar una falsa maniobra, y el manejo de aparatos e interruptores se realizaba con arreglo a instrucciones muy precisas y completas.

Las indicaciones de todos los aparatos registradores se concentran, por decirlo así, en una hoja cuadrículada, en la cual se exponen todos los resultados obtenidos y que constituye así la hoja típica de cada ensayo, de cuya observación se deducen las consecuencias.

Como se ve por todo lo descrito, la estación de Bruceton puede ser tomada como modelo de estaciones de estudio de los polvos de carbón, por lo extenso de su campo de trabajo y lo completo y bien estudiado de sus medios de control.

CAPITULO XVI

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN LOS ESTADOS UNIDOS

(Continuación.)

PRIMERA SERIE DE ENSAYOS (1)

La primera serie de ensayos, realizados cuando la mina sólo tenía dos galerías de 700 pies de largo, tenían por objeto determinar si se podían producir explosiones de polvos a voluntad y bajo determinadas condiciones de ensayo y

(1) Bulletin 56, V. S. Bureau of Mines.

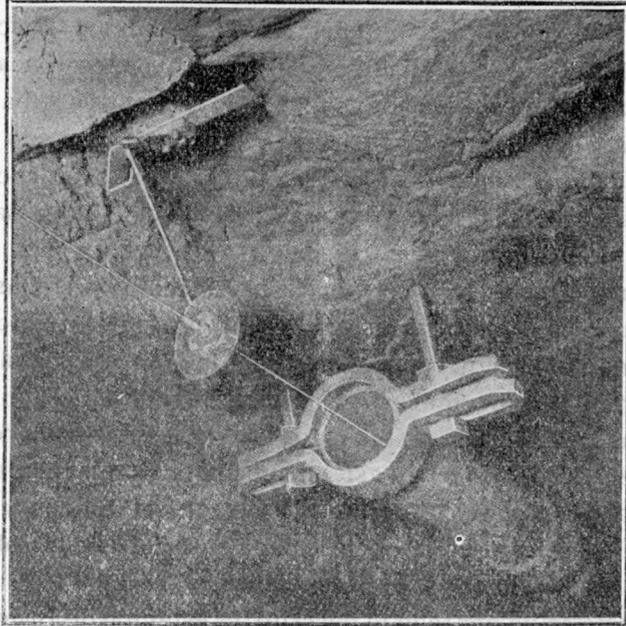


Fig. 54.—Aparato para medir velocidades de aire.

demostrar, como ya hemos dicho, a los mineros la explosibilidad del polvo de carbón, aun en aire que no contenga grisú. Esto último había sido probado, como es sabido, en las galerías de superficie y, en general, se consideraba

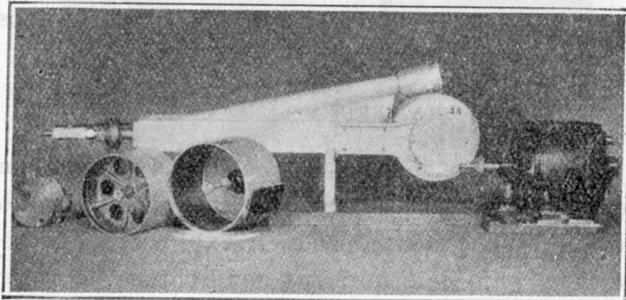


Fig. 55.—Manómetro tipo del U. S. Bureau of Mines.

como fuera de toda duda; pero muchos mineros americanos se mostraban incrédulos acerca de ello.

En esta serie hubo dos ensayos de demostración, que adquirieron un carácter tan violento que los más excépticos se mostraran convencidos de la explosibilidad del polvo de carbón. Las averías causadas fueron de tal naturaleza, que transcurrieron forzosamente varios meses antes de te-

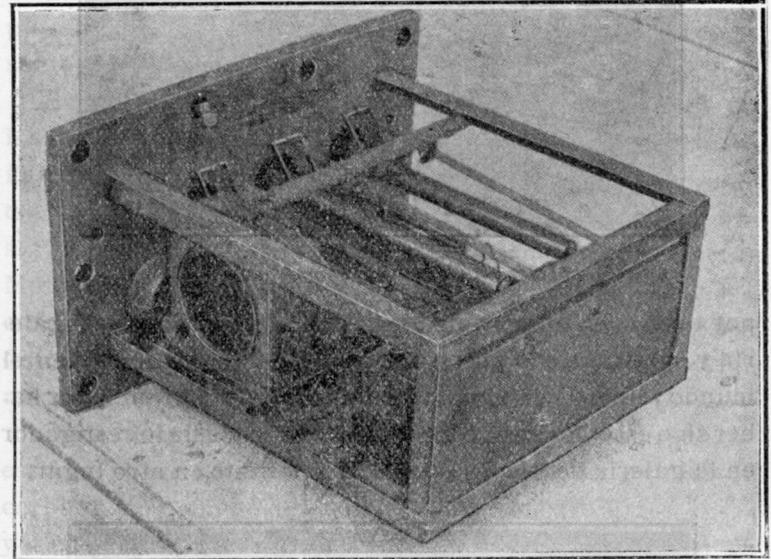


Fig. 56.—Aparato automático de toma de muestras. Tipo A.

ner la mina totalmente reparada y en condiciones de reanudar los trabajos.

Se realizó después una serie de ensayos, en los cuales el polvo de carbón se distribuyó en cortas zonas en las *entries*, aumentando después progresivamente su longitud, con el objeto de estudiar el desarrollo de las explosiones, por el registro de las velocidades de llama y de las presiones en diversos puntos, y también para escoger los instrumentos más convenientes para los ensayos posteriores. Entre ellos, se realizaron ensayos con las barreras formadas

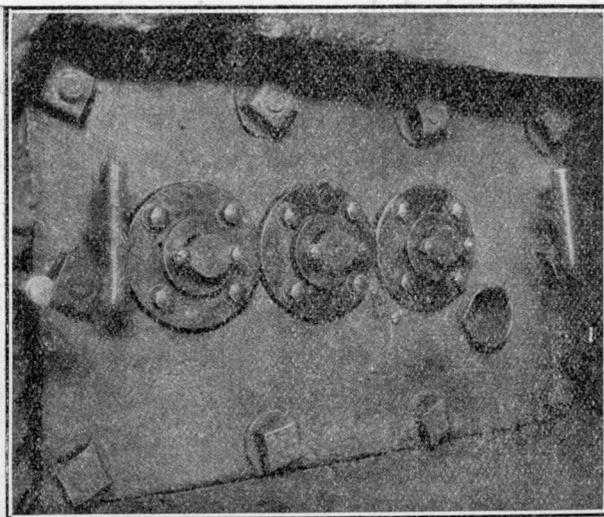


Fig. 57.—Frente del aparato tomador de muestras. Tipo A.

por tablas, en número de diez, fijas en la corona de la galería y cargadas con polvo de roca, que son conocidas en el mundo minero con el nombre de barreras Taffanel, por haber sido establecidas, por primera vez, por este investigador en la galería de Lievin, según hemos visto en otro lugar.

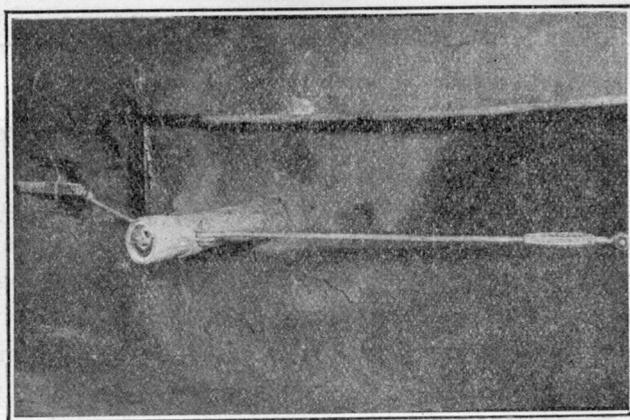


Fig. 58.—Aparato de toma de muestras. Tipo C, instalado.

SEGUNDA SERIE DE ENSAYOS (1)

Terminados, en fin de junio de 1912, los ensayos de la primera serie, por haberse agotado el crédito destinado a ellos, se empleó el verano en ampliar la mina, prolongando las dos *entries* hasta los 1.270 pies y arrancando de la Air Course las dos Left But Entries, cada una de las cuales alcanzó 210 pies, y de la Main Entry, la But Entry de 100 pies de longitud. La mina adoptó entonces la forma representada en la figura 54 antes citada.

En septiembre de 1912 se realizaron cinco ensayos, en los que se estudiaron diferentes posiciones del punto de inflamación inicial y en los cuales se trataba, además, de mostrar la instalación de la mina, y su disponibilidad para ensayos, a los miembros de la International Conference of Mine Experiment Stations. Agotados los fondos para los ensayos durante ese año, se suspendieron éstos y se introdujeron modificaciones y mejoras en la mina y en los aparatos de medida.

Durante la parada se aprovechó el tiempo para realizar estudios sobre los diversos métodos para mojar el polvo de carbón, con el fin de determinar el más eficaz. Estos ensayos eran continuación de los realizados en la estación de Pittsburgh en los años 1908 1909. Estudiaremos brevemente los ensayos realizados sobre este objeto en la segunda serie.

a) Métodos de humidificación del polvo de carbón.—

El objeto de estos estudios no era otro que buscar un medio, si era posible, por el cual se pudiera conseguir una humidificación regular del polvo de carbón, evitando así los graves inconvenientes que para su neutralización por el riego se encuentran en las dificultades que presenta el polvo fino para su mezcla homogénea con el agua.

(1) Bulletin 167, V. S. Bureau of Mines.

1.º *Efectos del aire húmedo sobre el humedecimiento del polvo de carbón.*—Para realizar estos ensayos se colocaban los polvos en una capa de un grueso uniforme de media pulgada sobre las tablas situadas a lo largo de las paredes de las galerías, y se veían las modificaciones que en el contenido en humedad del polvo ejercía la proporción de agua contenida en el aire que circulaba por la galería.

Los resultados obtenidos mostraron que el contenido en humedad del polvo quedaba prácticamente invariable, si

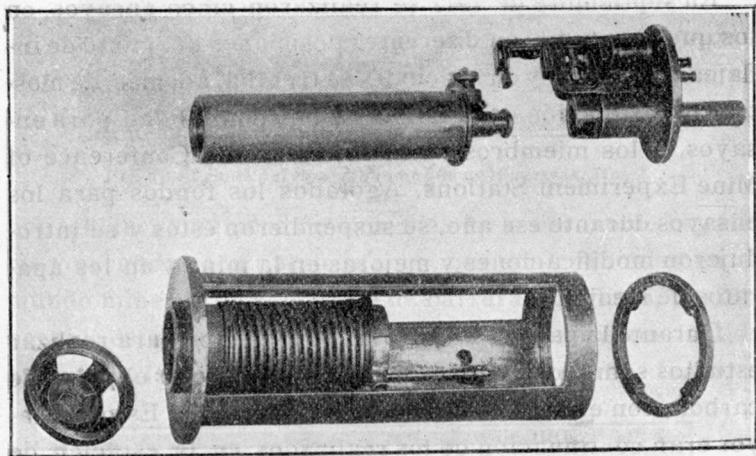


Fig. 59.—Aparato de toma de muestras. Tipo C, desarmado.

la corriente de aire estaba saturada de vapor de agua, y que sólo aumentaba si el aire estaba sobresaturado de dicho vapor. Por tanto, si una región de una mina es naturalmente seca y se quiere adoptar un método de humidificación de la corriente de aire para evitar las explosiones de polvo, sería preciso que dicha corriente de aire estuviese sobresaturada, es decir, que el aire de la mina presente el aspecto de la niebla; esto es prácticamente imposible de realizar, por lo cual el único medio será el riego frecuente de la región seca; lo único que se podrá hacer será produ-

cir la saturación del aire con el fin de evitar que la región regada se seque rápidamente.

2.º *Ensayos con cloruro de calcio.*—En estos ensayos se trató de apreciar la influencia que ejercía el cloruro de calcio sobre la humidificación del polvo de carbón para explicar así el efecto que se había observado en algunas minas, en las que parecía ser eficaz el empleo de dicho cloruro. En los ensayos se estudiaron sucesivamente tres medios diferentes:

Depósito de polvo de carbón de un cuarto de pulgada de espesor regado con una solución de una libra de Cl_2Ca en 12 libras de agua.

Depósito análogo de polvo sobre el cual se esparció cloruro de calcio pulverizado en una proporción de un cuarto de libra por 1 y 1/4 pulgadas cuadradas.

Depósito de una mezcla íntima de 30 libras de polvos de carbón y tres libras y media de cloruro cálcico.

Se vió que en el riego por la solución de cloruro cálcico las gotitas de ésta se iban uniendo rápidamente, formando al cabo de poco tiempo grandes gotas rodeadas de una ligera película de polvo de carbón (véase fig. 60), pero que la masa del polvo de carbón quedaba sin mojar, observándose en él después del riego un ligerísimo aumento de humedad. Análogamente sucedía con el empleo del cloruro de calcio pulverizado esparcido sobre el polvo del carbón (véase fig. 61). En cuanto a la zona de polvos mezclados íntimamente con el cloruro pulverizado, se observó que éste absorbía rápidamente la humedad del aire saturado, humedeciendo la masa en mayor proporción que si se empleaban los otros métodos, pero que gran parte de la humedad no se hallaba en el polvo, que se mantenía poco húmedo. De todos modos este método demostró ser el más eficaz de todos.

Estos resultados, diferentes de los obtenidos en numerosas minas americanas, en las que el empleo del cloruro

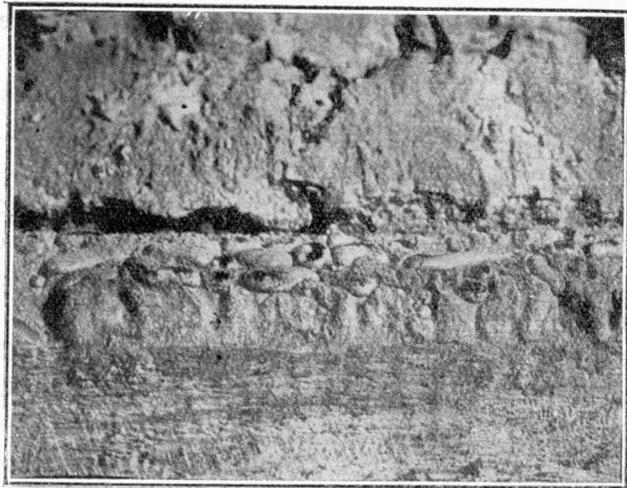


Fig. 60.—Polvo de carbón regado con solución de cloruro cálcico.

de calcio permitía conservar húmeda fácilmente una zona de polvos, se explican por los experimentadores por el hecho de que en dichas minas, después del riego, el polvo regado, que se halla, como es natural, sobre el suelo de las

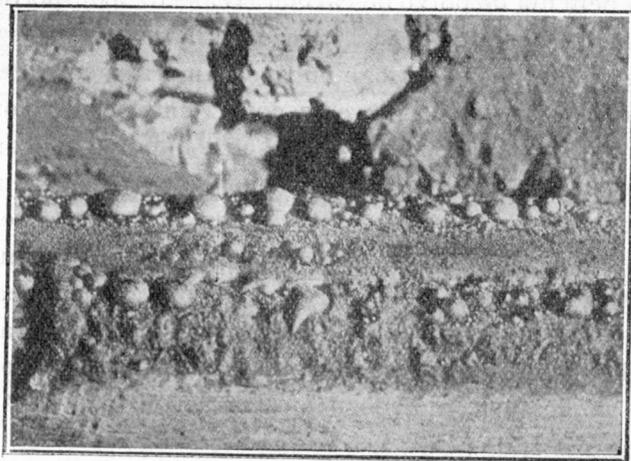


Fig. 61.—Polvo de carbón recubierto por polvo de cloruro cálcico.

galerías, es mezclado íntimamente y de una manera continua con el cloruro cálcico por el constante paso del personal, que hace que la mezcla se haga homogénea, y en estas condiciones, desde luego, el cloruro cálcico, por su propiedad de absorber la humedad del aire, puede ser un agente eficaz de humidificación.

3.º *Humidificación de mezclas de polvo de carbón y polvo de roca.*—Un medio de facilitar la humidificación del polvo de carbón se ha deducido por los investigadores americanos de la observación de numerosos ensayos de explosibilidad realizados en la mina experimental. Se observó que si el polvo de carbón estaba mezclado con polvo de roca la mezcla se humedecía rápidamente si caía sobre suelo o paredes de una galería que estuviesen húmedos; en vista de ello se realizaron ensayos de laboratorio para confirmar la idea de que el polvo de carbón se mojaba con más facilidad si estaba mezclado con polvo de roca, y para ello se hicieron unas pruebas, en las que mezclas diversas de polvos de carbón y de roca se colocaban en pequeñas cantidades sobre trozos de papel secante, que se hacían flotar sobre un recipiente de agua; se vió que, a medida que la proporción de polvo de roca aumentaba, la humidificación se realizaba con mayor rapidez, sobre todo cuando dicha proporción pasaba de 50 por 100. Otros ensayos realizados por Mr. A. C. Fieldner en el laboratorio de la estación de Pittsburgo, y en los cuales se estudió el tiempo que empleaban en humedecerse columnas verticales de las diversas mezclas de polvo de roca y de carbón colocadas en el interior de tubos de vidrio verticales, cuyo extremo inferior se introducía en vasos con agua, mostraron que, a medida que aumentaba la proporción de polvo de roca, el humedecimiento era más rápido; otros ensayos se realizaron para estudiar el comportamiento de estas mezclas, después de mojadas y sometidas a una corriente de aire no saturado, y se vió que el polvo de roca dificultaba el secado

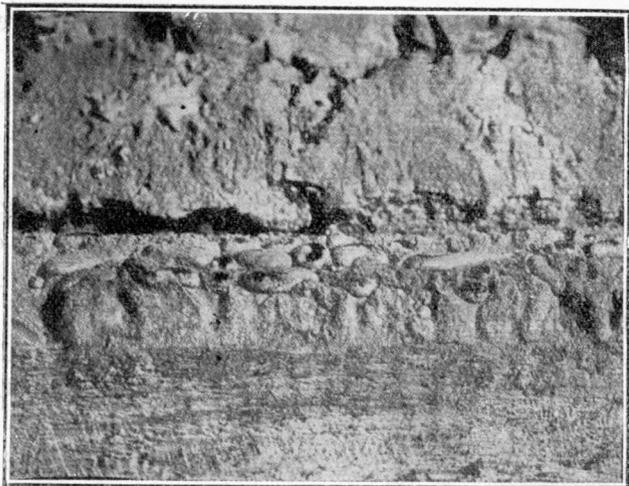


Fig. 60.—Polvo de carbón regado con solución de cloruro cálcico.

de calcio permitía conservar húmeda fácilmente una zona de polvos, se explican por los experimentadores por el hecho de que en dichas minas, después del riego, el polvo regado, que se halla, como es natural, sobre el suelo de las

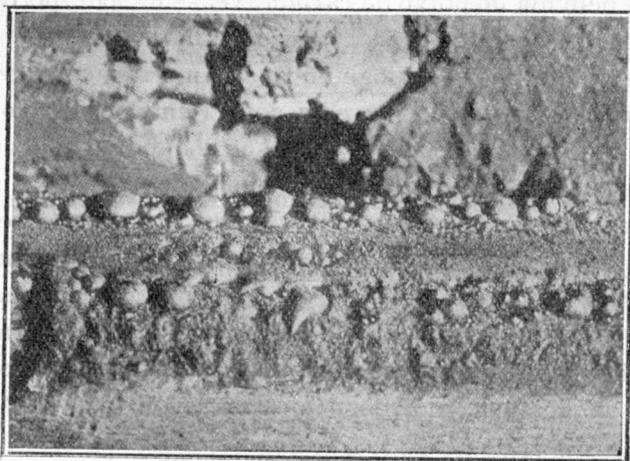


Fig. 61.—Polvo de carbón recubierto por polvo de cloruro cálcico.

galerías, es mezclado intimamente y de una manera continua con el cloruro cálcico por el constante paso del personal, que hace que la mezcla se haga homogénea, y en estas condiciones, desde luego, el cloruro cálcico, por su propiedad de absorber la humedad del aire, puede ser un agente eficaz de humidificación.

3.º *Humidificación de mezclas de polvo de carbón y polvo de roca.*—Un medio de facilitar la humidificación del polvo de carbón se ha deducido por los investigadores americanos de la observación de numerosos ensayos de explosibilidad realizados en la mina experimental. Se observó que si el polvo de carbón estaba mezclado con polvo de roca la mezcla se humedecía rápidamente si caía sobre suelo o paredes de una galería que estuviesen húmedos; en vista de ello se realizaron ensayos de laboratorio para confirmar la idea de que el polvo de carbón se mojaba con más facilidad si estaba mezclado con polvo de roca, y para ello se hicieron unas pruebas, en las que mezclas diversas de polvos de carbón y de roca se colocaban en pequeñas cantidades sobre trozos de papel secante, que se hacían flotar sobre un recipiente de agua; se vió que, a medida que la proporción de polvo de roca aumentaba, la humidificación se realizaba con mayor rapidez, sobre todo cuando dicha proporción pasaba de 50 por 100. Otros ensayos realizados por Mr. A. C. Fieldner en el laboratorio de la estación de Pittsburgo, y en los cuales se estudió el tiempo que empleaban en humedecerse columnas verticales de las diversas mezclas de polvo de roca y de carbón colocadas en el interior de tubos de vidrio verticales, cuyo extremo inferior se introducía en vasos con agua, mostraron que, a medida que aumentaba la proporción de polvo de roca, el humedecimiento era más rápido; otros ensayos se realizaron para estudiar el comportamiento de estas mezclas, después de mojadas y sometidas a una corriente de aire no saturado, y se vió que el polvo de roca dificultaba el secado

de las mezclas, que permanecían bastante más tiempo húmedas que si sólo se tratase de polvo de carbón.

De todos estos ensayos dedujeron los investigadores que en las minas en las que se quiera emplear el riego y se luche con la dificultad de humedecimiento del polvo de carbón se reducirían mucho estas dificultades por una esquistificación ligera sobre las zonas a regar.

Después de realizados estos estudios se procedió a los ensayos que constituyen en realidad la segunda serie. Estos ensayos se refirieron a diversos puntos que vamos a extractar a continuación:

b) Determinación de las condiciones para los ensayos de explosiones.—La primera labor en esta serie de ensayos consistió en el establecimiento de métodos *standard* para realizar los ensayos, con el fin de que éstos fueran debidos a causas perfectamente controlables y, por tanto, que en un momento dado fuese posible repetir un ensayo determinado. Este establecimiento presentó grandes dificultades al principio, ya que en los comienzos no se conocían bien los factores fundamentales que influían en las explosiones, y hubo que proceder por tanteos, hasta que se llegó al establecimiento de un *método standard*.

1.º *Ensayos con polvos de carbón puros.*—En el curso de los trabajos de determinación de las condiciones *standard* se realizaron numerosos ensayos con polvo de carbón de Pittsburgh, empleado puro, es decir, sin mezcla alguna de polvos estériles, registrándose con cuidado las presiones obtenidas y los recorridos de llama. Cuando la ignición se obtenía por medio del bocazo de un barreno, disparado en un orificio del cañón de dos pulgadas y media de diámetro y 21 pulgadas de largo, con una zona que contenía dos libras de polvo de carbón por pie lineal en una de las dos galerías paralelas, la explosión se iniciaba con velocidad reducida (100 a 200 pies por segundo) y una presión de

unas cinco libras por pulgada cuadrada; tanto una como otra aumentaban ligeramente en los primeros centenares de pies y después con mayor rapidez, hasta llegar al extremo de una zona de 350 pies con velocidades muy elevadas y originando presiones altas; se observaron entre los 350 y los 750 pies desde el origen de la explosión presiones de 86 y 119 libras y velocidades de más de 3.000 pies por segundo.

Cuando el polvo de carbón estaba repartido en las dos galerías las explosiones se desarrollaban con mucha mayor rapidez, alcanzándose a los 350 pies velocidades de 4.000 pies por segundo y presiones de 127 libras.

2.º *Zonas de desempolvado.*—En una serie de ensayos se dispusieron, a continuación de las zonas de polvos de mayor o menor extensión, otras en las cuales se había procedido a un desempolvado cuidadoso, primero por un barrido, después por el empleo de cepillos y escobas de cocina y, finalmente, por un soplado de los polvos mediante un chorro de aire comprimido; como el piso de la galería era de arcilla bien apisonada se podía asegurar que el grado de desempolvado de la galería era mayor que el que se puede lograr en la más limpia de las galerías de una mina. A pesar de la condición de *prácticamente desempolvada*, la llama se extendió más de 800 pies en la zona de desempolvado, si el yacimiento inicial era de 300 pies, y más de 500 si este yacimiento no tenía más de 100 pies. Tales resultados mostraron, en concordancia con los resultados de Lievin, que los peligros de una explosión de polvos que se propaga a grandes distancias no pueden ser evitados solamente por cualquier método de desempolvado; esta operación no es suficiente para limitar las explosiones y debe ser empleada en conexión con el riego y con la esquistificación.

3.º *Determinación de la cantidad mínima de polvo de carbón necesaria para la propagación.*—Una vez que los 350 últimos pies de las galerías gemelas fueron cementa-

dos por el cementgun, haciendo así fácil la limpieza de la mina entre cada dos ensayos, se practicaron un cierto número de ensayos para determinar la cantidad mínima de polvo de carbón necesaria para propagar una explosión, iniciada en una zona de 50 pies de polvo de carbón de Pittsburgo, sin mezcla alguna de estériles.

Se realizaron cuatro ensayos, de los cuales en dos se colocó el polvo de carbón sobre tablas transversales sueltas, espaciadas 10 pies y distantes tres pies del piso, y en otros dos se dispuso sobre tablas fijas colocadas transversalmente y elevadas cinco pies y dos pulgadas sobre el piso. La primera disposición pareció ser la más eficaz para producir la explosión, pero el número de ensayos no fué suficiente para determinar el grado de superioridad. En cada ensayo la propagación no se logró con 0,3 libras de polvo por pie de galería, o sea 0,08 onzas por pie cúbico. La propagación no se logró cuando las tablas sueltas tenían una carga correspondiente a 0,032 onzas ni cuando las tablas fijas tenían una carga correspondiente a 0,040 onzas por pie cúbico.

4.º *Efectos de la humedad y de las superficies húmedas.*—Durante el verano de 1913, estación en que la mina estaba húmeda, se realizaron numerosos ensayos, en los cuales se efectuó la comparación de las velocidades y presiones obtenidas con las obtenidas en los ensayos realizados durante el invierno en el que la mina estaba seca, observándose que las superficies húmedas visiblemente ejercían una influencia retardatriz sobre el desarrollo de las explosiones. Sin embargo, aun con la mina húmeda se obtuvieron explosiones mediante polvos secos colocados sobre las tablas transversales, considerándose a este polvo como equivalente al depositado sobre las *trabancas* de las minas; evidentemente, lo esencial es que el polvo que ocupe una galería esté todo en estado húmedo, y si se moja solamente el suelo el riego no será suficiente si hay polvos

en las partes altas de la galería. Ningún sistema de humidificación parece satisfactorio, a no ser el lavado frecuente de las paredes y demás superficies de la galería para impedir el depósito en ellas de los polvos y lograr la recogida de éstos después de mojados.

5.º *Efectos de la velocidad y dirección de la corriente de ventilación y de la suspensión de ésta.*—Una teoría muy extendida entre los mineros americanos, sobre todo del Oeste y Sur, según la cual el peligro de explosiones de polvo era mucho mayor con corrientes de ventilación intensas y procedentes del exterior que con una atmósfera calma; a ello se debe que en muchas minas de dichas regiones se parase el ventilador en los momentos del tiro y aun se cerrasen las puertas de la misma. El fundamento de esta suposición era el creer que con una corriente de ventilación dirigida desde el exterior hacia el punto en que se origine la explosión, ésta se vería alimentada por la llegada de nuevo oxígeno, que favorecería la combustión, mientras que en atmósferas calmas la explosión no dispone de bastante oxígeno para la completa combustión del polvo.

Para aclarar esto se realizó en la mina experimental un ensayo, en el cual el punto de ignición se hallaba en un pequeño fondo de saco, practicado en el último corte de comunicación entre las dos galerías paralelas, con el fin de que la explosión se originase de manera simétrica con relación a estas dos galerías. Como yacimiento inicial se dispuso una zona de polvos en la longitud total del corte, y en las galerías gemelas se dispuso, desde dicho corte, el punto, situado a los 700 pies del fondo, una zona de polvos mezclados con 60 por 100 de polvo de carbón y 40 por 100 de polvo estéril. La velocidad de la corriente de ventilación se mantuvo en 850 pies por minuto. Se vió que la explosión se extendió tanto en la Main Entry, en la cual caminaba en sentido contrario a la ventilación, como en la Air Course,

en la cual su sentido era el mismo que el de la corriente de aire, siendo una explosión débil, que alcanzó la velocidad media de 120 pies y 182 pies, respectivamente, en las dos galerías.

Unos nuevos ensayos se realizaron con la corriente de ventilación detenida, para lo cual, en uno de ellos, se empleó una zona de polvos puros desde el fondo hasta las estaciones A-950 y E-950, habiendo colocado dos puertas protegidas en los finales de este yacimiento; la explosión así producida fué violenta, con grandes velocidades de llama. En el otro ensayo, el yacimiento existente en las dos galerías era una mezcla, a partes iguales, de polvos de carbón y polvo de roca, y la explosión, a pesar de las puertas cerradas, fué bastante violenta.

Los experimentadores, después de hacer notar que la parada del ventilador durante el tiro presenta el peligro, en las minas de grisú, de poder originar una acumulación de dicho gas en las proximidades de los barrenos (1), establecen que la idea antes citada de los mineros americanos no tiene fundamento, puesto que, además de lo que enseñan los ensayos, basta pensar que las velocidades de las explosiones son muy considerables en relación con la de la corriente de aire, y la presión desarrollada es, por lo menos, diez veces mayor, y, por tanto, que en el momento de iniciarse producirán la inversión de la corriente si ésta va en dirección contraria a la llama, haciendo, por lo tanto, ilusoria toda provisión de oxígeno que pudiera dar a ésta.

c) Determinación de las mezclas de polvos de carbón de Pittsburgo y polvos estériles para evitar una explosión.—Estos ensayos tuvieron por objeto determinar las proporciones de polvos estériles que era preciso añadir a

(1) Technical Paper n.º 190, V. S. Bureau of Mines—Methane accumulations from interrupted ventilation...

los polvos de carbón de Pittsburgo para que no se originase una explosión. Los ensayos se pueden considerar clasificados en cuatro grupos diferentes: el primer grupo se refiere a los llamados *ignition tests* y los otros tres a los *propagation tests*; los primeros, como ya hemos dicho en otro lugar, consistían en que la causa de inflamación era el disparo de cuatro libras de pólvora negra, bajo un atacado de tres libras de arcilla, y los segundos, en que dicho disparo encontraba una zona *cebo* de polvos puros de carbón, de longitud variable, antes de llegar al yacimiento a estudiar. En los ensayos que exponemos, los *propagation tests* se realizaron con tres zonas distintas: una de 100 pies, otra de 300 pies y la standard de 50 pies de polvos puros. Los polvos inertes empleados fueron caliza pulverizada, pizarra del techo de la capa pulverizada y otra pizarra, muy poco carbonosa, llamada *pit Shale*. Los ensayos mostraron que la mezcla de polvos inertes era un medio muy prometedor como preventivo de las explosiones de polvos.

d) Polvo cokizado.—El estudio de las cortezas de cok, que se hallan en las maderas de la entibación y en otros salientes de las galerías después de las explosiones de polvo, es del más alto interés, y por esta razón, en la estación de Bruceton se dedicó especial cuidado a la revisión de estas cortezas y a las pequeñas porciones de polvo cokizado que, sin formar cortezas propiamente dichas, se encontraban después de los ensayos de explosiones. Después de explosiones violentas, el cok sólo se encuentra raramente, a no ser en las proximidades del origen. En las explosiones que se originaban en el frente de la Main Entry, los depósitos de cok se hallaban en ésta sobre las caras de las maderas y salientes de las paredes, opuestas al punto de inflamación, mientras que en el Air Course estos depósitos se hallaban en la cara que hacía frente a dicho punto de inflamación; esta diferencia en la orientación de los depósitos no ha sido

explicada satisfactoriamente, ya que las condiciones existentes en las dos galerías eran análogas. La conclusión general acerca de la formación de estos depósitos es que en los lugares en que la explosión aumenta de intensidad, la combustión del polvo es más completa y la violencia de las ondas de gases arrastra consigo a los polvos, que arden completamente, pero que cuando la explosión progresa lentamente o llega a lugares en los que hay una acumulación de polvos, el polvo sufre una cokización, siendo proyectado en estado fundido sobre los postes de la entibación; las ondas subsiguientes arrastran las partículas depositadas en la cara que se encuentran de frente a ellas, dejando sólo las opuestas.

e) **Efecto del tamaño de los polvos sobre la explosibilidad.**—Con el fin de determinar el efecto de la finura de los polvos sobre su explosibilidad se realizaron una gran cantidad de ensayos. Se halló que las partículas que no pasaban por un tamiz de 20 mallas por pulgada, o sean las superiores a $1/32$ de pulgada, no ejercían influencia en la inflamación, o, por lo menos, su efecto era muy reducido. A medida que el porcentaje de finos aumenta, las presiones y las velocidades aumentan también; además, el porcentaje de polvo inerte necesario para evitar la propagación aumenta igualmente; así, un aumento del porcentaje del polvo que pasa a través de un tamiz de 200 mallas por pulgada, del 10 al 80 por 100, originaba un aumento en el porcentaje necesario de polvo inerte desde el 50 al 80 por 100. Estos ensayos muestran la importancia del polvo fino en la propagación de una explosión y, por ello, el polvo depositado en maderas y paredes, que es el más fino, debe ser siempre neutralizado, en cualquier método que se emplee para ello, si se quiere que este medio preventivo sea eficaz.

f) **Efecto de un exceso de polvos en la proximidad del punto de origen.**—Unos ensayos realizados con el objeto de determinar unas condiciones que permitiesen la repetición exacta de ensayos, en los que se presentaban dificultades, debido, sin duda, a la expansión que para la explosión en sus comienzos significaba el corte de comunicación entre ambas paralelas, llamaron la atención sobre otro punto interesante. Se trató de ver si una gran acumulación de polvos en las proximidades del cañón permitía obtener explosiones de bastante violencia inicial para librarse de la acción de dicho corte; para ello se distribuyó una cantidad adicional de polvo de carbón sobre tablas transversales colocadas en la galería entre los puntos situados a 1.258 y 1.287 de la entrada; estas tablas, cargadas uniformemente con siete libras y media cada una de polvos, estaban separadas tres pies, y de ellas, las tres más cercanas al cañón se hallaban a un pie cuatro pulgadas del piso; las dos siguientes se hallaban a dos pies seis pulgadas; las dos siguientes, a 3' 4". y, por último, las tres últimas, a 4' 4", siendo de 6' 2" el alto de la galería.

De cinco ensayos realizados en estas condiciones, cuatro fueron negativos; es decir, que la explosión fué ahogada en la zona del exceso de polvos, pareciendo que lo ocurrido es que se forma una nube tan densa que la llama no puede atravesarla falta de oxígeno. Análogos resultados habían sido obtenidos por Watteyne en Bélgica y Czaplinski en Austria. Unos ensayos posteriores mostraron que la misma cantidad de polvo colocada en las proximidades del piso de la galería no ejercía ese efecto negativo, sin duda debido a que no se ponía así en suspensión la totalidad del polvo depositado.

Como indican, con muy buen acuerdo, los investigadores americanos, estos ensayos no deben ser tomados como confirmatorios de la teoría, sostenida por algunos, acerca de que el exceso de polvos de carbón es un medio de evitar las

explosiones, sino que una acumulación de tal naturaleza debe considerarse siempre como terriblemente peligrosa, ya que si al principio una nube tan densa como la que se produciría por dicha acumulación podría reducir sensiblemente la velocidad de la llama en los primeros momentos, dando lugar a lo que Taffanel ha llamado una *explosión oscilante*, no es menos cierta la probabilidad de que después su desarrollo sea terriblemente mayor.

g) Influencia de la cantidad de polvo.—A continuación de los ensayos ya citados acerca de la influencia de los tamaños del polvo se realizaron otros, en los cuales se estudió la posible influencia de la cantidad de polvo sobre los límites de explosibilidad de las mezclas de polvos combustibles e incombustibles, hallándose que, después de haber alcanzado la cantidad mínima correspondiente a cada mezcla, por pie lineal de galería y para cada tipo de polvo, que da el límite máximo explosivo de propagación en las condiciones standard, el aumento de la carga no influye para nada en la explosibilidad límite de la mezcla.

h) Efecto de la presencia del metano en la corriente de aire.—Este grupo está constituido por una serie de ensayos en los cuales se estudió el efecto del metano en diversas proporciones sobre los porcentajes necesarios de polvos inertes para asegurar la no explosibilidad de la mezcla. Como era de esperar, el metano en el aire producía un aumento de dichos porcentajes. Así, un ensayo con una mezcla de 60 por 100 de estéril que se había mostrado inapta a la inflamación produjo una explosión considerable, con presiones de 44 y 65 libras en los puntos situados a 1.150 pies de la boca de las galerías cuando el aire tenía una proporción de 3,44 por 100 de grisú. En general, los ensayos han mostrado que la presencia de grisú obligaba a aumentar en *diez unidades* los porcentajes hallados en las diversas mezclas.

i) Ensayos de explosibilidad con diferentes carbones.—En este grupo se consideran numerosos ensayos en los cuales se ha tratado de establecer comparaciones entre la naturaleza de los diferentes carbones y su explosibilidad. Como resultado de los mismos, se halló una relación sorprendentemente regular entre la explosibilidad y la relación entre las materias volátiles combustibles y la materia total combustible de cada hulla, observándose que, a medida que aumentaba esta relación, aumentaba también la explosibilidad del polvo. Los investigadores exponen que quizá la estructura del carbón, cuando se reduce a polvo por los procedimientos ordinarios de la explotación, puede ser un factor de suficiente importancia en estas relaciones.

j) Ensayos con el origen de la explosión cerca de la boca de la mina.—Estos ensayos se realizaron para ver si era posible que una explosión, originada cerca de la boca de la mina, podía dirigirse hacia el interior de ésta, en lugar de salir al exterior; su objeto, además, era ver en qué condiciones, una vez formada por una causa accidental una nube de densidad suficiente, podía inflamarse por una causa accesoria, como un barrenado de franqueo, dado en una galería general, una chispa de un corto circuito, etc. La importancia de ello, como hemos indicado en otro lugar, residía en que las dos catástrofes más importantes ocasionadas por los polvos en Norteamérica fueron debidas a causas de dicha naturaleza.

En los ensayos, que fueron numerosos, se vió que colocando el cañón cerca de la boca de la mina no se lograba producir una explosión con una distancia a dicha boca inferior a 100 pies, pero que colocado a 168 pies se lograba una explosión dirigida hacia el interior de la mina. Como conclusión de estos y de otros varios ensayos se estableció que, con tal de que el yacimiento de polvos sea de bastante pureza y la causa de ignición sea suficiente para producir

una nube de la necesaria densidad, es fácil lograr la producción de explosiones dirigidas hacia el interior de la mina aunque el cañón se halle cerca de la boca.

k) **Ensayos con zonas de polvos de roca.**—Estos ensayos han tratado de determinar uno de los puntos más importantes del estudio acerca de las explosiones, o sea la eficiencia del polvo de roca en zonas para la prevención de las explosiones generalizadas. Se llevaron a cabo numerosos ensayos con zonas de polvo puro de roca con el fin de conocer la eficacia del método de distribución y del material empleado. Estos ensayos se pueden agrupar como sigue:

1.º Ensayos de zonas de polvos estériles con zonas de ignición de 300 pies de polvo de carbón puro.

2.º Determinación de los límites cuando al polvo de carbón se mezcla polvo de roca.

3.º Zonas de polvo de roca recubiertas ligeramente por capas de polvo de carbón.

4.º Ensayos sobre zonas de polvos de carbón recubiertos de polvos de roca.

5.º Ensayos comparativos acerca del tamaño de las partículas de polvo de roca.

6.º Ensayos de zonas de polvo de roca en las *bull entries*.

Prácticamente, en todos los ensayos las zonas de polvos de roca detuvieron con éxito la explosión después de una cierta penetración de la llama en ellos. No obstante, como sobre el polvo de tales zonas puede depositarse en mayor o menor proporción polvo de carbón, no se debe tener mucha confianza en zonas de polvos de roca que se hallen separadas por zonas intermedias en las cuales no se halle depositado este material, sino solamente en las minas en las que la total longitud de las galerías se halla cubierta por el polvo inerte.

Un grupo de ensayos se ocupó de determinar el límite de porcentaje de polvo de roca cuando en lugar de hallarse mezclado íntimamente con el polvo de carbón se hallaba en capas distintas. Se halló que en este caso la proporción de polvo de roca debe aumentarse algo.

De los ensayos referentes a la influencia de las diversas dimensiones de polvo de roca, que eran verdaderamente interesantes porque de sus resultados dependía la economía en el empleo del polvo de roca, se dedujo que el aumento de polvo de roca necesario, cuando la proporción que pasa a través de un tamiz de 200 mallas por pulgada se reduce del 90 a 95 por 100 al 30 por 100, es sólo de 5 a 10 por 100.

Otros ensayos han probado que, respecto al modo de empleo del polvo de roca, éste es un medio análogo al empleado en los ensayos con polvos de carbón, o sea en tablas transversales espaciadas de una manera uniforme (6 a 10 pies) a lo largo de todas las galerías. En las minas en que este medio no sea práctico, a causa de la poca elevación de las galerías, el medio mejor será su distribución en tablas laterales a lo largo de las mismas y rellenando todos los espacios de las paredes y entre éstas y la entibación después de haber desalojado de ellos el polvo de carbón.

Como consecuencia de todos los ensayos referentes a los polvos de roca se dieron por los investigadores del Bureau of Mines una serie de especificaciones a las que debe responder el polvo de roca; las expondremos en la segunda parte, al tratar de los resultados prácticos de todos los estudios. Igual haremos con lo referente a las barreras de polvos, estudiadas con todo detalle en Bruceton.

l) **Explosiones originadas en espacios vacíos.**—Para aclarar las ideas acerca de la posibilidad de producción de una explosión de polvos en una cámara de explotación, se realizaron algunos ensayos, que mostraron que era posible dicha producción, bastando para ello el bocazo de un ba-



reno cargado con cuatro libras de pólvora negra, y que una explosión así originada puede propagarse con facilidad a las cámaras vecinas, adquiriendo tal violencia que a la salida de la cuarta cámara recorrida no es posible detenerla, por muy importante que sea la zona de polvos que ocupe las galerías. Sin embargo, y teniendo en cuenta el corto número de ensayos realizados, los investigadores se proponían al finalizar la segunda serie de ensayos incluir este estudio en el programa de la tercera.

m) Ensayos para determinar el efecto comparativo de los tabiques débiles y fuertes.— Aunque, en opinión de los investigadores, los ensayos realizados sobre este punto no son suficientes y precisa la realización de otros muchos, se puede adelantar, como resultado de los ya realizados, que a pesar de cuanto se pensaba en contra, sosteniendo que los tabiques débiles constituían un peligro, ya que al romperse por la acción de una explosión favorecen el progreso de la llama y, además, ponen en suspensión una cantidad considerable de polvos que favorecen dicho desarrollo, se puede establecer que hay poca diferencia entre los tabiques débiles y fuertes, así como entre todos ellos y la no existencia de tabiques, en lo que respecta a la violencia de una explosión. Sin embargo, desde otro punto de vista, los tabiques resistentes son mucho más convenientes, porque en el caso de ocurrir una explosión los débiles se destruyen, siendo preciso, al empezar las labores de salvamento, ir rehaciéndolos con el fin de restablecer gradualmente la ventilación, antes de seguir adelante, lo que produce considerables retrasos en dichos trabajos.

Las conclusiones generales de esta serie de ensayos las daremos en la ya citada segunda parte de este trabajo.

TERCERA SERIE DE ENSAYOS

Esta serie comprende los trabajos referentes a polvos de carbón, realizados en la mina experimental de Brucetón en los años 1919 a 1924. En este período, los trabajos sobre polvos de carbón fueron relativamente escasos, porque antes de ellos se empleó la mina experimental para otras investigaciones de diversos órdenes, de tal modo que los experimentos sobre polvos de carbón estuvieron suspendidos de 1921 a 1923.

Durante la época que abarca los años que comprende la

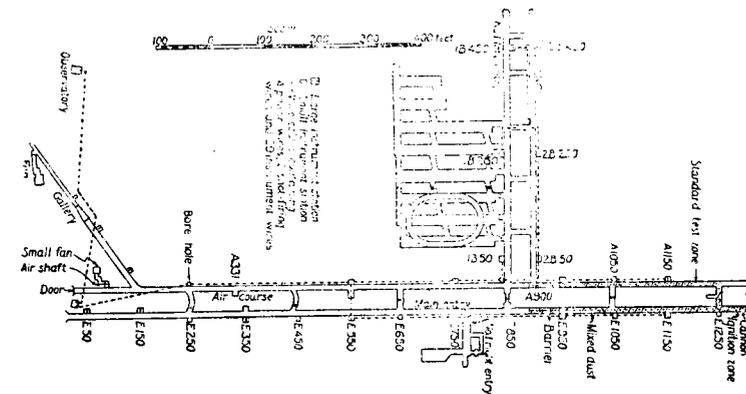


Fig. 62 - Mina experimental de Brucetón en 1923

serie que nos ocupa, los únicos cambios realizados en la mina experimental fueron los inherentes a un avance de varios trabajos, sobre todo cámaras de explotación, con el fin de producir carbón para las necesidades de las calderas de la central eléctrica. Estas variaciones se aprecian claramente por comparación entre las figuras 49 y 62. Como se observará en esta última, en las tres primeras cámaras de la *left but entry* (núm. 1) se construyó un túnel elíptico, para estudios de ventilación relacionados con la construcción de los túneles para automóviles que se iban a establecer en

New York, bajo el Hudson; esta región fué después aislada del resto de la mina, como se ve en la figura, por fuertes tabiques.

En lo referente a los aparatos de medida, las únicas modificaciones llevadas a cabo consistieron: en el abandono de los *trolleys*, para determinar las velocidades de las corrientes de aire y gases, y su substitución por un aparato sencillo, basado en una combinación de los indicadores de dirección y los manómetros registradores; el abandono de los copos de algodón pólvora, para determinar los recorridos de llama; y el empleo general, para estas determinaciones, de los tubos con papel sensible colocados en el techo de las galerías.

Los trabajos realizados los extractaremos como sigue:

a) Composición de los productos de la combustión.—

Por la toma de muestras de los gases de la explosión, antes, en el momento mismo de la explosión y después de pasada ésta, así como por otras tomas realizadas en distintos lugares de la misma sección recta de la galería, se practicó un estudio muy completo e interesante acerca de los progresos de la combustión explosiva. Los análisis realizados con las muestras en cuestión probaron que en el momento de la explosión y durante un corto espacio de tiempo después del paso de la llama los productos de la combustión cerca del centro de la galería difieren considerablemente en composición de los que se hallan cerca de las paredes, y que la combustión es mucho más completa —o bien el oxígeno se combina más completamente— cerca del centro que en la periferia.

Muestran también los análisis que, en explosiones con bajas velocidades de llama, es decir, 200 pies por segundo o menos, la combustión no es tan completa, se considere en el centro o en la periferia, como en las explosiones, cuyas velocidades de llama son elevadas. En las explosiones con

velocidades muy grandes de llama (500 o más pies por segundo) no se encuentra oxígeno libre en los gases tomados cerca del centro, y cualquier exceso de polvo no quemado puede sufrir una destilación que produce hidrógeno, metano y, probablemente, etano, con 5 a 10 por 100 de CO y trazas de etileno, si las explosiones son violentas.

b) Ensayos con diversos tipos de polvos de carbón.—

Estos ensayos han constituido el objeto principal de la serie que nos ocupa. Se realizaron con muestras de carbón tomadas en diversas minas y regiones de Norteamérica. El polvo de estas muestras se preparó de tal manera que se hallase lo más cerca posible del mismo grado de finura hallado en la mina de la cual procedía la muestra de carbón.

Los caracteres de los ensayos a que se sometieron los diversos tipos de polvos así producidos eran los siguientes: la zona *standard* de ensayo era la expresada en la figura 67 antes citada; los ensayos fueron, como siempre, de dos caracteres distintos: *ignición y propagación*. En los primeros se disparaba un barreno de cuatro libras de pólvora negra FFF, directamente sobre la zona de polvos mezclados a ensayar; si el polvo se inflama y la llama recorre la totalidad de la zona, se dice que la ignición se ha obtenido; si la llama se extingue antes de llegar a los extremos de la zona se dice que no se ha obtenido la ignición. En los ensayos de propagación, el barreno, con la misma carga, se dispara sobre una zona inicial de polvo de carbon de Pittsburgh, del cual un 85 por 100 pasase a través del tamiz de 200 mallas por pulgada. Una explosión se originaba en esta zona, proyectándose a la zona de ensayo inmediatamente; si en ésta la mezcla permitía que la llama atravesase la totalidad de la misma, se decía que se había obtenido la propagación, y si, por el contrario, la llama se extinguía antes de llegar a los extremos de la zona, se decía que no se había obtenido la propagación.

Los ensayos realizados fueron muy interesantes, sobre todo para los explotadores americanos, ya que permitieron establecer reglas particulares de seguridad para cada una de las minas cuyos carbones habían sido ensayados.

Para el objeto de nuestro estudio su interés es mínimo, no mereciendo que insistamos más sobre ellos.

c) Efecto de las cámaras en la propagación de las explosiones.—Estos ensayos tuvieron por objeto completar las deducciones obtenidas en ensayos similares, realizados como ya hemos visto, en la segunda serie. En la que nos ocupa, aprovechando que la extensión de la mina era mucho mayor, así como mayor el número de sus cámaras, se estudió con todo detalle el efecto de éstas sobre las explosiones. Los resultados obtenidos han mostrado, en apoyo de la teoría ya establecida, que las cámaras, si en ellas no existe polvo de carbón, ejercían un efecto moderador sobre las explosiones, por proporcionar medios de expansión a las ondas iniciales y explosivas. Sin embargo, los ensayos referentes a los casos en los que en las cámaras exista polvo de carbón, que es el caso general de una mina en explotación, no se estudiaron en esta serie.

Dentro de este grupo de ensayos debemos citar los realizados como continuación de los de la segunda serie, acerca de la acción de los tabiques. Los ensayos han mostrado que los tabiques, sean débiles o fuertes o no existan, no ejercen acción sensible sobre el desarrollo de una explosión.

Otros ensayos realizados en la tercera serie fueron los referentes a la continuación del estudio de las barreras de detención; pero de ellos nos ocuparemos, como ya dijimos, en la segunda parte de este estudio.

MEDIOS PREVENTIVOS DE LAS EXPLOSIONES

CAPITULO PRIMERO

CONCLUSIONES GENERALES DEDUCIDAS DE LOS DIVERSOS ENSAYOS

En este capítulo nos proponemos, como introducción a la exposición de los medios prácticos encaminados a evitar las explosiones de polvos de carbón, exponer, conjunta y ordenadamente, las conclusiones deducidas por las investigaciones realizadas en los diversos países, de las cuales hemos dado cuenta en los capítulos anteriores, y proceder después a un breve comentario comparativo entre ellas. Habiendo sido la estación de Lievin la que ha realizado antes los estudios más completos y ordenados sobre la cuestión, es lógico que estudiemos ante todo sus conclusiones.

a) Conclusiones deducidas de los experimentos de Lievin.—De las tres primeras series de ensayos realizados en esta estación y de la parte práctica de la cuarta serie dedujeron los investigadores unas consecuencias generales, expuestas por Mr. Taffanel (1) al final del informe referente a dichas experiencias y que se pueden resumir como sigue:

Ante todo, debemos considerar separadamente los distintos casos que se pueden presentar, o sean *iniciación de una explosión*; *propagación* de una explosión recién producida, *propagación* de una explosión que ha adquirido ya un cierto desarrollo; estudio de las *barreras de detención*.

(1) Expériences sur les poussières de houille et sur les moyens de combattre leurs dangers. — Ann. Min. — 10^{ème} XVIII — 7.^a, 8.^a, 9.^a

1.º Lo más importante, quizá, en la lucha con los polvos de carbón, es la aplicación de medios que eviten la producción de una inflamación de polvos, ya que ésta, por pequeña importancia y recorrido que tenga, puede tener consecuencias peligrosísimas para la vida de todo el personal de la mina, no sólo por sus efectos dinámicos y caloríficos, que pueden estar limitados a cortas extensiones, sino por la masa de gases deletéreos que producen y que pueden ser repartidos por la ventilación a todas las labores; además, toda explosión inicial de polvos, aunque sea en su origen de pequeña importancia, puede, a favor de condiciones favorables, convertirse en una explosión generalizada, cuya detención es muy difícil. Por otra parte, dada la enorme importancia del peligro que entrañan estas explosiones, precisa disponer, si es posible, de un exceso de medios de lucha, y, por tanto, aunque se disponga de una organización suficiente para detener la explosión, una vez producida es preciso hacerse con la seguridad de que la probabilidad de que ésta se produzca es muy remota; de esta manera se acumularán medidas de previsión, que en casos como el que nos ocupa no serán nunca superfluas.

Entre las medidas encaminadas a impedir la producción de una explosión, o sea las que actúan sobre la causa de inflamación, debemos citar, en primer lugar, como más importantes: ante todo, la aplicación de todas las medidas preconizadas para evitar el peligro del grisú, ya que una inflamación de este gas puede constituir una de las causas de inflamación más importantes de los polvos; después, las precauciones concernientes a los explosivos, para que la detonación de los mismos no produzca inflamación de los polvos (explosivos de seguridad ante los polvos y el grisú, empleo de un buen atacado interno, atacado externo y disposición de los tiros, de modo que no estén colocados en tales condiciones que den bocazo, aun bien atacados, o sólo trabajen parcialmente). De menor importancia, aunque, sin embargo,

merecedoras de atención, son las medidas encaminadas a impedir la inflamación de nubes, excepcionalmente densas, por cortos circuitos o por llamas desnudas; entre ellas se colocan todos los medios de seguridad encaminados a evitar el escape de vagones cargados por planos y pozos, el cuidado máximo en el entretenimiento de vagones y vías, para reducir al mínimo los riesgos de descarrilamientos, etcétera; también se cuidarán con especial atención las instalaciones eléctricas del interior y se evitará el empleo de lámparas de llama desnuda, aun con la seguridad de que la mina no contiene grisú.

Otra medida que se ha mostrado muy eficaz para evitar la producción de explosiones iniciales es el riego de las proximidades de las bocas de los barrenos y las regiones situadas frente a éstos, con el fin de evitar lo más posible la acción de los bocazos sobre las acumulaciones de polvos. Como se sabe, un peso de agua igual al de los polvos no evita siempre la inflamación, pero al menos la reduce a un recorrido inicial de sólo siete metros, y esto bajo las durísimas condiciones realizadas en los ensayos de Lievin.

2.º Si a pesar de haber aplicado las medidas anteriormente expuestas, o por haberlas aplicado mal, se origina una explosión eventual de polvos, precisa tener adoptadas otras medidas que impidan que dicha explosión se generalice, para lo cual hay que detenerla antes de que adquiera un recorrido importante y el consiguiente aumento de violencia. Para ello, como se ha visto por los ensayos de la tercera serie, basta, en la generalidad de los casos, con un riego de las galerías mediante un peso de agua igual al de los polvos, o con la repartición en las mismas de una masa de polvos estériles, suficiente para que la proporción de los mismos en la mezcla con los existentes combustibles contenga por lo menos un 40 por 100 de aquéllos (proporción límite) y, para mayor seguridad, un 50 por 100. Claro está que, en muchos casos, estas condiciones se encuentran ya

espontáneamente realizadas en las minas en las cuales las galerías sean suficientemente húmedas, o en las que se encuentre ya de una manera natural, por pulverización del piso con la circulación, por el transporte de escombros, por las reparaciones y franqueos, la proporción indicada de polvos estériles; en otros casos se podrá lograr que la proporción de éstos sea la indicada, por el empleo de medios que eviten o reduzcan, al menos, la producción de polvos carbonosos (riego de los talleres y de los vagones, empleo de vagones estancos, para impedir los depósitos en las galerías de transporte; encalado para la fijación de los polvos; alejamiento de los talleres de clasificación de las bocas de los pozos de entrada de aire, para evitar que éste arrastre al interior los polvos inevitablemente producidos por el basculado de los vagones y su paso por las cribas; la limpieza periódica de las galerías, etc); pero si estos medios no son bastante eficaces, o si su aplicación no es práctica por las condiciones especiales de la mina, queda aún el recurso eficaz del riego o de la esquistificación generalizada.

Sin embargo, en lo que respecta a estos dos medios hay que tener en cuenta que el riego presenta serios inconvenientes, debidos a la necesidad de repetirlo con frecuencia para compensar las pérdidas por evaporación, ya que la cantidad de agua indicada por los resultados de los ensayos no es la máxima, sino la mínima; es decir, que dicha proporción es la que debe existir en todo momento: la dificultad de apreciar la cantidad de agua que queda en contacto con los polvos, y la de apreciar, por tomas periódicas delicadas, la cantidad necesaria a verter en cada caso. Por otra parte, el riego mantiene, para ser eficaz, el suelo en un estado de humedad molesto para la circulación del personal y favorable al desarrollo de la anquilostomiasis.

En cuanto a la esquistificación, en la mayoría de los casos será preferible al riego, sobre el que presenta la ventaja de que su proporción no disminuirá, como la del agua,

por la evaporación, y sí sólo por el nuevo depósito de polvos carbonosos, más fácil de evitar y controlar. Claro está que también en este caso habrá que proceder a la toma y análisis metódicos de muestras de polvos, con el fin de ver la cantidad necesaria de polvos a añadir en cada momento (no se debe perder de vista en este caso que al hacer las determinaciones de la proporción de estéril en una muestra, no hay que confiar en los polvos estériles mezclados, con las diversas proporciones de cenizas propias del carbón que se hallan en mezcla íntima con éste y que se ha probado no son tan eficaces como las adiciones de polvos estériles; por ello, el mejor método para la determinación es la separación por líquidos de densidades conocidas). En cuanto a la naturaleza de los materiales estériles ya se sabe que es indiferente, con tal que su grado de pulverización sea muy elevado.

En todo lo que hemos expuesto acerca del riego y de la esquistificación, no se debe perder de vista que lo dicho se refiere al caso de detención de una explosión que se ha iniciado, pero que no ha alcanzado un grado elevado de generalización. Si se ha llegado a una explosión generalizada, las cifras dadas no son eficaces y es preciso recurrir a medios más poderosos.

3.º Si la explosión, por falta de alguno de los medios acabados de exponer, o porque la causa inicial es de tal naturaleza e importancia (explosión de grisú, detonación de un depósito de explosivos, etc.) que la acción de los mismos sea nula contra ella, se presentará el caso de una explosión *generalizada*, frente a la cual son ineficaces los medios indicados en el caso anterior para evitar la propagación; se estará en el caso de necesitar la aplicación de otros medios más eficaces para detenerla.

Para lograrlo se ha tratado de emplear las zonas de detención, constituidas por zonas en las que se había empleado el riego o la esquistificación; se ha visto, como resultado,

que una zona de 100 metros era capaz de detener una explosión producida en una zona favorable de 75 metros de longitud, y parece que sería posible aún la detención de una explosión que haya recorrido ya una zona favorable de 130 metros (la longitud de la zona de detención parece ser del mismo orden que la de la zona inicial). Sin embargo, el método presenta un inconveniente grave, que reside en la elevada proporción de elementos no aptos a la propagación que precisa emplear, ya que, si se trata del riego, precisa emplear una cantidad de agua cuatro veces mayor que la de polvos combustibles existentes, lo que convertiría las galerías en verdaderos fangales (y aun así la proporción no parece ser suficiente para yacimientos de polvos gruesos, que se mojan peor que los finos), y que, en el caso de la esquistificación, no basta con una zona de 150 metros de polvo con una proporción de 75 por 100 de estériles para detener una explosión de zona inicial de 75 metros. En el caso de la esquistificación, los resultados favorables obtenidos en Lievin sólo se han conseguido con zonas de polvos totalmente estériles, y aunque se puede argüir que el mismo resultado se habrá logrado con una zona a 90 por 100 de estériles, desde luego se comprende que tanto una como la otra presentan grandes dificultades para ser logradas en la mina de una manera constante, ya que, una vez constituidas, los polvos de carbón formados con posterioridad se irán depositando en capa sobre la zona estéril, constituyendo un nuevo yacimiento, en el cual no ejercerán, como es natural, acción ninguna los estériles que recubre.

Únicamente en el caso de tratarse de explosiones de polvo iniciadas con violencia reducida se podrá tener más confianza en la acción de las zonas estériles, que, en casos semejantes, se han mostrado en los ensayos de este tipo bastante más eficaces; por ello, su punto de aplicación será particularmente en las galerías estrechas y tortuosas, en las que su acción se unirá al efecto amortiguador de los

codos y obstrucciones parciales. Desde luego, en todos los casos no hay que perder de vista que la proporción mínima que deben alcanzar estas zonas es la de 450 gramos por metro cúbico de galería; proporción, por otra parte, que se puede considerar alcanzada en cualquier galería de mina que no esté completamente desempolvada.

4.º En el caso de explosiones violentas, en las cuales, como acabamos de decir, no producen efecto las zonas estériles, precisa recurrir a los medios más enérgicos y eficaces que existen en la lucha contra las explosiones, o sea a las «barreras de detención» (*arrêts-barrages*). Estos dispositivos, sean de agua, sean de polvos estériles, se han mostrado en los ensayos de Lievin, como ya hemos dicho, de una eficacia considerablemente mayor que las zonas esquistificadas o regadas, ya que detienen explosiones originadas en yacimientos iniciales de 150 metros de longitud, estando, además, el resto de la galería, hasta los 230 metros, ocupada por un yacimiento de polvos carbonosos. La diferencia entre el modo de acción de estas barreras y el de las zonas esquistificadas reside, como se sabe, en que estas últimas trataban de modificar la composición de la nube de polvos, diluyendo el elemento combustible, pero sin aumentar por ello las causas de enfriamiento de la llama, mientras que con las barreras, si se trata de una explosión violenta, la extinción, independiente de la extensión y composición del yacimiento de polvos combustibles, se produce por la caída de una masa de agua o de materiales estériles en el momento en que llega la llama, sobrecargando de tal manera la atmósfera de la galería de elementos incombustibles y fríos que la extinción se produce rápidamente, y si se trata de una explosión poco violenta, la caída de los materiales ha producido una zona de riego o de esquistificación de tal importancia que es capaz de detener en su pequeña extensión la explosión de manera análoga a como lo consiguen las zonas de estériles de gran longitud.

De todos modos, los experimentadores sientan al final de las series que estamos resumiendo que para establecer la eficacia absoluta de las barreras era precisa la realización de ensayos prolongados y ejecutados a una escala mucho mayor.

De los ensayos realizados se dedujo que si la barrera era de agua bastaba la acumulación de 90 litros por metro cuadrado de galería, si bien era conveniente elevar dicha cifra a los 120 litros, empleando un número considerable de depósitos con el fin de dividir suficientemente la caída de agua, y concentrando, por otra parte, la acumulación en un recorrido de 10 metros, para tener la seguridad de la extinción de explosiones violentas. En cuanto a las barreras de polvos estériles, las más convenientes son las de tablas colocadas transversalmente a la galería, empleándose una carga de cuatro hectolitros por metro cuadrado de sección y dividiendo la carga considerablemente para favorecer la puesta en suspensión.

Otra conclusión importante de estas series de ensayos es la de que el peligro es mayor cuanto más secos, finos y ricos en materias volátiles son los polvos, y que, de todas maneras, en cada caso particular se deberá realizar un examen atento de la situación para apreciar de una manera racional el grado de peligro de las explotaciones y los medios más indicados para su neutralización.

Por lo que respecta a los ensayos de la cuarta serie, acabamos de exponer lo referente a los estudios de carácter práctico, quedándonos, sin embargo, que hablar del interesante estudio teórico realizado por Mr. Taffanel y que constituye una teoría completa de las explosiones de polvos. Sin poder entrar en la exposición general de esta teoría, nos limitaremos a exponer brevemente algunas de las características de las explosiones.

Caracteres generales de una explosión de polvos.—

Si se considera un yacimiento de polvos extendido en una galería que, para fijar las ideas, se puede suponer rectilínea, de sección constante y ocupada por aire en reposo, y por una causa, cuyas características determinaremos más adelante, se admite que se haya iniciado la combustión del yacimiento en un punto de éste y que la misma se propaga en la galería, podemos decir que, en un momento determinado, la situación de la galería será la siguiente:

Se originará ante todo una onda de compresión ordinaria, que designaremos por O, y la cual se propaga a través del medio en reposo con una velocidad U y precediendo a la llama; por detrás de la onda en cuestión y entre ella y la llama, que llamaremos F, la presión, comparada con la presión inicial P, presentará un aumento p , y el aire estará animado de una velocidad W, estando las cantidades p , W y U ligadas por unas relaciones que, sin gran error, serán las que se verifican en las ondas de choque, con las cuales se puede asimilar la onda O. Estas relaciones son:

$$W = \sqrt{\frac{\gamma P V}{\gamma}} \cdot \frac{p}{P} \left(1 + \frac{\gamma+1}{2\gamma} \cdot \frac{p}{P} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$U = \sqrt{\frac{\gamma P V}{\gamma}} \cdot \frac{p}{P} \left(1 + \frac{\gamma+1}{2\gamma} \cdot \frac{p}{P} \right)^{\frac{1}{2}};$$

siendo P y V la presión y el volumen específico del gas en reposo. La corriente así creada produce el efecto de poner en suspensión los polvos que se hallan depositados sobre las paredes de tal modo que en la longitud FO habrá en la galería no un yacimiento de polvos, sino una nube en la que se propagará la llama. Inmediatamente detrás de ésta estarán los gases quemados, animados de una velocidad W' (los aparatos registradores de la galería de ensayos no han indicado, al paso de la llama, ninguna baja sensible de la presión). La llama irá avanzando con una velocidad con relación a la de la onda inicial, que designaremos por C y

que será igual a la altura del cilindro de nube de polvos, que entra en combustión en la unidad de tiempo.

La experiencia ha confirmado las conclusiones teóricas establecidas, o sea que el mecanismo de la propagación de una inflamación de polvos es idéntico, en líneas generales, al de la propagación por deflagración en una mezcla gaseosa. En este punto debemos hacer constar lo siguiente:

1.º La onda inicial, que en una explosión de grisú se sabe que es un elemento accesorio, desempeña, por el contrario, en una explosión de polvos un papel esencial, ya que por su efecto, que es el de poner en suspensión los polvos, se va creando progresivamente el medio apto a la propagación de la combustión.

2.º Tanto en las explosiones de grisú como en las de polvos, los efectos mecánicos no parecen ser debidos tanto al aumento de presión en la galería cuanto a la velocidad de las moléculas flúidas, como lo prueba el que para un aumento de presión de 500 gramos por centímetro cuadrado, el valor de la velocidad sea de 90 metros por segundo, y para una elevación de presión de un kilogramo, la velocidad vale 160 metros por segundo.

3.º Las circunstancias de desarrollo de una explosión de polvos dependen, como en todo caso de deflagración, de la disposición que presenten galerías, espacios vacíos y derivaciones que hayan quedado detrás de la llama o que vaya encontrando en su recorrido y de todos los movimientos que se puedan originar, tanto en la nube aun sin arder cuanto en los gases quemados. A consecuencia de esta propiedad, la complejidad del problema aumenta considerablemente, obligando a considerarlo en particular a los experimentadores que lo han estudiado; para ello lo han considerado en el caso de una galería rectilínea, que es en la que las condiciones para la generalización de una explosión son más favorables.

Caso de la explosión de polvos en una galería rectilínea con fondo cerrado.—De todos los numerosos ensayos de la galería de Lievin ninguno ha realizado un régimen permanente. Mientras, en ocasiones, se veía que la llama se atenuaba progresivamente, llegando a extinguirse antes de llegar al límite del yacimiento preparado, constituyendo lo que se llama *inaptitud* del mismo a la propagación; en otras daba lugar a un fenómeno de intensidad creciente, viéndose que la velocidad W y, por consiguiente, la sobrepresión p , así como la velocidad C de la llama, con relación a la onda inicial, iban aumentando sin cesar a medida que la llama se alejaba del fondo de la galería; el yacimiento era entonces *apto* a la propagación.

Refiriéndose a los ensayos de la galería de Lievin, se pensó que la presencia del orificio libre de la misma era una de las causas esenciales de la intensidad creciente observada (por la producción de un fenómeno de resonancia análogo al estudiado en la teoría de los tubos sonoros); sin embargo, las experiencias de Commentry, en galería larga y en la cual los fenómenos de la explosión estaban abstraídos a la acción del orificio libre, permitieron concluir que la explosión de polvos es un fenómeno siempre progresivo, diferenciándose los yacimientos aptos de los inaptos en que la relación de crecimiento era superior o inferior a la unidad, respectivamente.

Caso de una explosión de polvos en una galería cualquiera.—Respecto a lo que ocurre en este caso, no tenemos más que reproducir las conclusiones de Commentry, que hemos citado ya en otro lugar:

«A igualdad de condiciones, la probabilidad de que una causa inicial determinada engendre una explosión de polvos generalizada es máxima cuando esta causa actúa en el fondo de saco rectilíneo en una cierta longitud; es menor cuando la causa actúa en plena galería, desarrollándose la

explosión en dos direcciones distintas; es aún menor cuando el punto inicial está rodeado de espacios libres más importantes, como sucede en el caso de la proximidad a talleres de arranque, o como se produce cuando la explosión no se inicia más que en una dirección, en cuyo caso la otra o las otras direcciones desempeñan el papel de orificios de expansión, cuyo efecto no es otro que amortiguar la combustión.»

En lo concerniente al efecto de la disposición de las vías ofrecidas a la explosión, se puede decir que ésta disminuye de intensidad por el efecto de toda causa de expansión de los gases quemados que se produzca por detrás de la llama, así como por toda causa de resistencia a los movimientos del aire en la parte de galería hacia la cual se dirige la llama; origen de tales resistencias son las reducciones de sección, normales u ocasionales (hundimientos locales, presencia de trenes de vagones en las galerías de transporte, etcétera), los codos, los fondos de saco, etc. Por el contrario, toda causa de expansión en la región hacia la que se dirige la llama (ensanchamiento de la sección, bifurcación de galerías, plazas de maniobras interiores, enganches de pozos, etc.) tiende a aumentar la violencia de la explosión.

La consecuencia general del estudio teórico de las explosiones permite, por una interpretación razonada de los resultados obtenidos en la galería de ensayos, intentar la deducción de las consecuencias a prever en las condiciones más complejas de la mina. La teoría en cuestión da una marcha a seguir en tales estudios (interpretaciones y generalizaciones).

«Cada elemento de complejidad, susceptible de presentarse, tal como codo, derivación, obstrucción, fondo de saco, etc., deberá ser objeto de un estudio analítico destinado a proporcionar los medios de prever sus efectos en los casos complejos en los que se presenten.»

Las conclusiones de la *quinta serie*, poco relacionadas

con el estudio general de las explosiones sino más bien con el estudio particular de las aptitudes a la propagación de diversos polvos, han sido dadas en el capítulo correspondiente y además no tienen lugar en esta exposición resumen.

En cuanto a las conclusiones de la *sexta serie*, un resultado de los numerosos ensayos realizados en la misma, que es verdaderamente interesante, es el establecimiento de una fórmula empírica que permite clasificar los yacimientos de polvos según su grado de aptitud a la inflamación. Para exponer su deducción y su empleo creemos lo más conveniente dejar la palabra a su autor (Taffanel):

«*Establecimiento de una forma empírica para la clasificación de los yacimientos de polvos.*»

«Los quinientos ensayos, aproximadamente, que hemos resumido se pueden traducir por unas doscientas desigualdades, según las cuales cuando $n - 1$ de las variables en juego han recibido ciertos valores determinados se sabe que no se alcanza un cierto grado de inflamabilidad, o que se pasará del mismo, según que la *enésima* variable sea superior o inferior a un cierto valor.»

«Realmente, el estudio de estos resultados nos ha permitido darnos cuenta del sentido y grado de influencia de los factores considerados, pero esto no basta; se trata de utilizar estos resultados en las aplicaciones prácticas; realizada una toma de ensayo en una galería de una explotación minera y apreciados los valores de las diversas variables, se querrá acudir al cuadro resumen de los ensayos para buscar una combinación experimentada en la cual $n - 1$ de las variables tengan precisamente los valores encontrados en la galería de mina con el fin de leer en el cuadro cuál o cuáles valores de la *enésima* variable darán un grado determinado de inflamabilidad, pero sería una verdadera casualidad si se encontrase entre dichos resultados de ensayos una combinación de $n - 1$ variables que se correspondiese exactamente con la que se ha hallado en la mina. En

consecuencia, nos veremos forzados a realizar interpolaciones, las que, refiriéndose a la vez a diversas variables, serán penosas y delicadas. Es, pues, de desear que se pueda traducir el resultado de los ensayos en una forma empírica que haga, en cierto modo, ella misma las interpolaciones. Esta fórmula debe comprender como variables:

La proporción de partículas incombustibles;

El contenido en materias volátiles;

La cantidad de polvos por metro cúbico de galería;

La proporción de partículas que pasan por el tamiz número 200;

El contenido en agua, y

La proporción de grisú,

o sean en total seis variables.»

«No se conoce nada *a priori* de la forma algebraica de la función que define el grado de inflamabilidad en función de estas diversas variables; se concibe que es penoso, en estas condiciones, establecer una fórmula única que satisfaga convenientemente a más de 200 desigualdades. Nosotros hemos establecido la fórmula siguiente por tanteos, declarándonos satisfechos cuando obteníamos, no una concordancia completa con todos los resultados experimentales, sino una conformidad con los resultados en la gran mayoría de los casos, con una representación conveniente de la marcha general de las influencias estudiadas. De este modo hemos llegado a la fórmula siguiente:

$$100 \frac{0,06 c^2 - g}{0,06 - g} + \frac{0,6}{v^2} + \frac{4}{f - 0,2(q - 0,45)} + \frac{ah}{f} = S,$$

en la cual:

c, representa la proporción de partículas incombustibles en la mezcla.

g, la proporción del grisú del aire de la galería.

v, la proporción en materias volátiles del carbón seco y puro.

q, el peso en kilogramos de los polvos de dimensión inferior a un milímetro referida al metro cúbico de galería.

h, el peso en kilogramos del agua que existe, libre o en forma de humedad, referido al metro cúbico de galería.

f, el peso en kilogramos de polvos que atraviesan el tamiz núm. 200 referido al metro cúbico de galería.

a, es un coeficiente variable según la manera como están mezcladas el agua y los polvos; su valor es, aproximadamente, 30 cuando la mezcla es imperfecta (empleo de la roseta de regadera) y 100 para una mezcla íntima.

S, representa el grado de seguridad. Su valor es aproximadamente 47 para el límite de aptitud a la propagación, en las condiciones del límite 1, y 62 en las condiciones del límite 2. »

Para comprobar esta fórmula, Mr. Taffanel dió diversos sistemas de valores a algunas de las variables con el fin de ponerse en los casos de algunos de los grupos de ensayos realiza los en la sexta serie, habiendo hallado que entonces la fórmula se convertía en la ecuación de la curva trazada como resumen de dichos ensayos. Después, y para verificar en qué proporción concordaba la fórmula con los resultados experimentales, la aplicó a todos los casos de los ensayos realizados en uno de estos grupos, hallando que de los 216 ensayos en cuestión había concordancia perfecta en 168, lo que significa una proporción del 74 por 100; que en 33 casos la divergencia observada en el valor de *S* era menor de cinco unidades, perfectamente explicable por los errores inevitables cometidos en la toma de muestras y en el análisis de éstas; es decir, que se podía afirmar que había concordancia casi perfecta en un 93 por 100 de los casos considerados y que en el 7 por 100 restante los errores se debían a que el contenido en materias volátiles no definía completamente la aptitud del polvo para dar polvos inflamables, debiéndose, para evitar esto, tener en cuenta otros factores.

Respecto a la forma de aplicación de esta fórmula el autor dice:

«Cuando se quiera *tarar* un carbón, no ensayado aún en la galería, se le reduce a polvo fino y seco y se busca qué proporción de partículas incombustibles conviene mezclarle para obtener, en el inflamador, la llama muy corta que corresponde habitualmente al límite 2 del ensayo en galería; llevando este valor de *c* a la fórmula, se deduce el valor de *v* que conviene adoptar para este carbón, y el cual no será siempre la proporción en materias volátiles, con deducción de cenizas. Se puede también, lo que en realidad es lo mismo, continuar designando por *v* la proporción de volátiles y cambiar el coeficiente colocado en el numerador de tal modo que la fórmula quede satisfecha.»

«Clasificado así el carbón, la fórmula indica qué grado de inflamabilidad o qué grado de peligro hay que prever, según los ensayos antes descritos, para los diversos yacimientos de polvos que sea susceptible de formar el carbón considerado.»

«Pensamos, pues, que esta fórmula podrá prestar serios servicios en las aplicaciones prácticas. Presenta, además, la ventaja de condensar los resultados, por otra parte difusos, y hacer aparecer, como de una sola mirada, las diversas influencias que hemos estudiado en detalle.»

.....

«En definitiva, nuestra fórmula empírica tiene por objeto principal resumir los resultados de los ensayos; en la práctica permite clasificar cómodamente un yacimiento de polvos encontrado en una galería de mina, con relación a los estudiados en la galería de ensayos; controlada convenientemente por un ensayo al inflamador, permite prever, en una primera aproximación, si el yacimiento considerado presenta probabilidades de propagar una explosión inicial más o menos viva. Esta fórmula, eminentemente empírica,

no es la traducción de leyes físicas y químicas que se debe esperar ver satisfechas en todos los casos posibles; no es estrictamente aplicable, sino en el dominio en el que se han extendido las verificaciones experimentales; toda extrapolación fuera de dicho dominio presentaría un carácter muy aleatorio. La fórmula es, además, esencialmente revisable y será, sin duda, revisada y transformada a medida que el progreso de las experiencias permita estrechar más los límites de la aproximación.»

Una vez expuesto este interesante medio de clasificación de los yacimientos de polvos, podemos pasar a la exposición de las conclusiones finales de la serie que nos ocupa.

En ellas empieza su autor por exponer que, a medida que la explotación de minas de carbón va progresando, los peligros se hacen cada vez mayores. Así, por una parte el empleo de medios mecánicos para el arranque y transporte, por otra el aumento continuo de la profundidad de las labores cuya consecuencia es aumentar la temperatura y la sequedad (lo que trae como consecuencia el hacerlas más polvorientas y aumentar también el peligro del grisú); por otra, el mejoramiento de los medios de sostenimiento de galerías generales, que produce una reducción considerable de la producción en ellas, por hundimientos y reparaciones, del polvo estéril que en mayor o menor grado efectuaba una neutralización automática de dichas galerías; finalmente, por el aumento considerable de la ventilación, forzado por el desarrollo de las labores y por la necesidad de luchar con cantidades mayores de grisú, influye en la sequedad de la mina y favorece por tanto la formación de polvos. Por todo esto es preciso, en la lucha contra los polvos de carbón, no limitarse a evitar los peligros anteriormente conocidos, sino que precisa ir más allá, aumentando las medidas de seguridad, a medida que el peligro se agrava por las causas antes expuestas.

Expone después que si bien las medidas de primero y

tercer grado, o sean las que respectivamente tienden a evitar la producción de una causa inicial de inflamación, y a impedir que una explosión importante, que ya haya producido serios daños en un cuartel de la mina, se extienda, llevando su acción mortífera a otros cuarteles de la misma mina, no presentan actualmente dificultades técnicas de aplicación, debido al progreso continuo que se observa en el empleo y fabricación de explosivos y en el empleo de las barreras de detención, de las que hay tipos muy prácticos y sencillos; no sucede lo mismo con las medidas de segundo orden, o sean las que tienen por objeto combatir el peligro en su esencia, es decir, hacer ininflamables los polvos, procediendo así como se ha procedido en la lucha con el grisú, en la que se trata, por el empleo de una ventilación intensa, de evitar la existencia de atmósferas aptas a la inflamación.

Estas medidas de segundo grado pueden obrar de dos modos distintos: bien esforzándose en reducir lo más posible las causas de formación de polvos, por limpieza de los talleres, supresión en lo posible de grandes alturas de caída, empleo de vagones que no presenten grietas, por las que se escape a la vía el polvillo más fino, regando la superficie de estos vagones, etc., bien obrando directamente sobre los polvos ya formados, para convertirlos, mediante la neutralización, en una mezcla ininflamable. Para ello se pueden aplicar cualquiera de los métodos estudiados del riego o de la esquistificación, viendo cuál es el más conveniente en cada caso, teniéndose en cuenta las condiciones particulares de cada mina o región de la misma y controlando cuidadosamente tal operación por ensayos frecuentes de los yacimientos de polvos, valiéndose del inflamador (aparato debido a Taffanel y del cual nos ocuparemos brevemente en un capítulo próximo).

Volveremos sobre estos interesantes puntos al tratar de la aplicación de los medios de lucha contra los polvos.

b) Conclusiones deducidas de las investigaciones inglesas.—Al estudiar estas conclusiones debemos considerar separadamente las experiencias de Altofts, las de Eskmeals, realizadas por el Explosions in Mines Committee, y las realizadas, en esta misma estación, por el Safety in Mines Research Board.

1.º *Conclusiones deducidas de los ensayos de Altofts* — Como ya hemos dicho en el capítulo correspondiente, estos ensayos, aunque muy interesantes en la época en que fueron realizados, por poner de manifiesto hechos hasta entonces desconocidos o casi desconocidos, no permiten deducir de ellos conclusiones de carácter práctico que se traduzcan en medidas eficaces para la lucha contra los polvos de carbón.

2.º *Conclusiones deducidas de los ensayos del Explosions in Mines Committee.* —Las conclusiones establecidas a consecuencia de los ensayos en galería realizados en Altofts, primeramente, y en Eskmeals, después, por el organismo que nos ocupa, han permitido a sus miembros establecer las siguientes conclusiones:

1) La manera de actuar el polvo de carbón varía con el método de ignición del mismo. Así, mientras que una llama de gas, por muy considerable que sea en volumen, pero que no vaya acompañada por una conmoción de la atmósfera, no inflamará los polvos de carbón, aun puros, más que en una distancia muy limitada, a menos que el polvo se halle en suspensión por otra causa que haya obrado con anterioridad a la producción de la llama; esta inflamación se realizará con facilidad cuando la llama, como sucede en el bocazo de un barreno, haya sido acompañada o precedida por una conmoción violenta de la atmósfera del lugar en que se produzca el bocazo, ya que esta conmoción producirá la puesta en suspensión de los polvos, constituyendo con ellos una nube fácilmente inflamable.

2) Una mezcla en iguales proporciones de polvo de

carbón y polvo estéril, colocada cerca del recorrido de una descarga de explosivo, no da lugar a una inflamación extensa bajo la acción del disparo de 24 onzas de pólvora negra tirada en el cañón en la galería. Por lo tanto, es inverosímil que una mezcla de tal naturaleza, depositada sobre el suelo u otras superficies de la mina, produzca una explosión extensa cuando se la somete a la acción del bocazo de un barreno de carga similar.

Sin embargo, una mezcla de tales proporciones es capaz de ser puesta en suspensión y encendida por una inflamación inicial de polvo puro de carbón (producida a su vez por un bocazo), pudiendo esta inflamación, una vez encendida, propagarse a través de una zona cargada con la mezcla en cuestión.

Bajo las mismas condiciones, una mezcla de dos partes en peso de polvo incombustible y una de polvo de carbón es capaz de prolongar la llama de la inflamación de una zona de polvos puros, inflamados por un bocazo, y la llama puede prolongarse entonces a través de la zona de mezcla en una longitud considerable, hasta que llegue a extinguirse. Posiblemente, una mezcla de esta clase puede propagar indefinidamente una llama si la zona de combustión estuviese bajo una presión algo elevada.

3) Una inflamación que camine con poca velocidad (tal como la producida por una nube de polvo fácilmente susceptible que se enciende por una llama de gas, no acompañada por conmoción del aire) es primeramente capaz de poner en suspensión el polvo de carbón depositado sobre la superficie de una zona de polvo incombustible, y de propagarse así durante alguna extensión, hasta que se desarrolle violencia suficiente para poner en suspensión el polvo inerte de la zona inferior; cuando el polvo incombustible es de naturaleza ligera, se lo pone en suspensión al mismo tiempo que el de carbón, y en este caso la llama experimenta la extinción.

4) Una nube de polvo de carbón inflamada puede trasladarse a lo largo de una galería, de extensión considerable, que se halle libre de polvo de carbón.

5) El polvo incombustible es más eficaz para evitar la ignición del polvo que para la detención de una inflamación que ya ha sido cebada. Debe ser, por lo tanto, distribuido uniformemente a través de todas las galerías de la mina sometidas al peligro de los polvos y si se le conserva en la proporción de dos partes en peso del mismo por una parte del polvo de carbón, las probabilidades de que se origine una explosión serán muy escasas.

6) La disposición del polvo incombustible, en zonas o en masas fácilmente puestas en suspensión, concentradas en ciertos lugares, dejando zonas de las galerías sin tratar, es, en opinión de los investigadores, muy poco eficaz.

7) En el caso de inflamaciones de violencia media, un polvo incombustible que sea fácilmente puesto en suspensión en el aire, se ha visto que es menos eficaz que otro que flote más difícilmente en el aire.

8) Si la atmósfera de la mina es grisosa, las diversas causas de inflamación no podrán producir una inflamación generalizada con un yacimiento a partes iguales de polvo de carbón y polvo inerte, sino cuando la proporción de grisú pase del 4,6 por 100.

9) Teniendo en cuenta que los polvos depositados en las galerías están mezclados naturalmente con una proporción apreciable de polvos estériles y que su contenido en cenizas no es, de hecho, inferior nunca a 5, a 10 por 100, el riego, practicado en tales condiciones que el agua forme con el polvo una mezcla homogénea que contenga por lo menos un 30 por 100 de humedad, es equivalente a una esquistificación del 50 por 100.

Estas conclusiones, dadas por el Comittée como generales, adolecen de algunos vicios de origen, ya que en los ensayos no se ha tenido en cuenta el grado de pulveriza-

ción de los polvos y se había admitido, *a priori*, que la aptitud de la hulla a la propagación es independiente de su naturaleza (materias volátiles). Por ello, las conclusiones establecidas sólo eran aplicables a los polvos del carbón ensayado, que eran los obtenidos por la pulverización del carbón de la capa Altofts Silkstone. Como veremos en seguida, esta causa de error, basada en la teoría equivocada del Explosions in Mines Committée, fué subsanada en los ensayos del organismo que sucedió a éste; pero, a pesar de ello, la legislación inglesa sigue con las disposiciones ordenadas a consecuencia de los ensayos que acabamos de resumir.

3.º *Conclusiones deducidas de los ensayos de Safety in Mines Research Board.*—Como hemos visto en el capítulo correspondiente, los ensayos en cuestión consistieron en una serie de explosiones en galería que tenían principalmente objeto demostrativo, pero que se emplearon también con fines de investigación y de los cuales la principal consecuencia fué la de poner de manifiesto el error del Explosions in Mines Committée, ya que se probó que la naturaleza de la hulla influye poderosamente en la inflamabilidad de los polvos. Consecuencia de ello fué que en el programa de las nuevas investigaciones figurasen una serie de ensayos destinados a estudiar la acción de las materias volátiles del carbón y el grado de pulverización, tanto del polvo de carbón como de los polvos estériles.

Otras consecuencias notables fueron también las que se dedujeron de los ensayos realizados conjuntamente por el organismo inglés y el U. S. Bureau of Mines acerca de la acción del polvo de roca en mezcla con una cantidad determinada de polvo (Altofts Silkstone), y de los cuales se dedujo que las diferencias observadas entre las conclusiones de un organismo y otro acerca de la proporción de polvos inertes necesaria para asegurar la no inflamabilidad, operando con carbones idénticos, eran debidas a diferencias de

apreciación en la violencia de las causas de inflamación, lo que mostraba lo delicado de efectuar dicha comparación sin asegurarse primero de la relación exacta entre las causas iniciales.

Por último, otras consecuencias dignas de mención y que ya hemos dado en el capítulo correspondiente son las referentes al otro estudio, en colaboración con los organismos inglés y americano, sobre el efecto de las bajas de presión, y las cuales establecen que toda abertura que se halle detrás de la llama produce un efecto sensible en la reducción de la velocidad y de la presión de una explosión de polvos.

c) **Conclusiones deducidas de las investigaciones alemanas.**—De los ensayos realizados en la galería de Derne bajo la dirección de M. Beyling se dedujeron unas consecuencias interesantes que exponemos a continuación (1).

En lo concerniente a evitar el origen de una explosión (Verhütung), el investigador ha deducido que, por lo que se refiere al atacado externo, no vale la pena de ocuparse de él, ya que los ensayos han mostrado que no presentaba ventaja ninguna sobre el atacado interno, a condición de que éste se halle bien ejecutado.

Por lo que se refiere a la esquistificación de las proximidades del punto inicial, lo recomienda, pero hace sobre él las observaciones siguientes: es incapaz, así como el riego, para impedir la inflamación del grisú por los explosivos, quedando su eficacia reducida a los polvos, y precisa, para asegurar su eficacia, que se repartan sobre el polvo combustible, por lo menos, el 60 por 100 de su peso de polvos estériles. Como la apreciación exacta de la cantidad de polvos existentes en un taller no es posible realizarla, el investigador recomienda hacer de modo que la capa de

(1) Glückauf. Mayo y junio 1929.

polvos estériles tenga, por lo menos, de uno a dos milímetros de espesor.

En cuanto a la detención de explosiones ya originadas, pero en las proximidades de su punto inicial (*Beschränkung*), ya sean de grisú, ya de polvos, considera M. Beyling que la longitud de las zonas debe ser de 80 metros y que para realizarlas precisa depositar sobre las paredes, el techo y el piso de las galerías una cantidad de polvos tal que sólo las *trabancas* contengan 1.800 gramos por metro cúbico de galería, condición que estima difícil de conseguir. Por ello recomienda, finalmente, disponer en las proximidades de los talleres barreras de detención de 50 metros de largo cargadas con 1.800 gramos por metro cúbico y dobladas por la esquistificación del trozo de galería. Además, en lo que se refiere a las barreras hace las siguientes observaciones:

Las barreras tendrán que detener las explosiones cuando se hallan aún en su fase inicial, es decir, cuando la violencia de las ondas iniciales de aire son aún reducidas; por ello, y con el fin de asegurar su funcionamiento, conviene que estén constituidas por tablas de un ancho máximo de 20 a 30 centímetros y separadas entre sí un metro.

Debido a la proximidad a que se hallarán de los talleres, su entretenimiento será bastante difícil, ya que su carga estéril, por una parte, estará expuesta a ser arrastrada progresivamente por las ondas de aire, producidas por los barrenos, y por otra, se irá recubriendo progresivamente por una capa de polvos combustibles.

Por último, en lo que se refiere a la detención de explosiones violentas en curso de generalización, expone que este es el verdadero papel de las barreras, recomendando el tipo de tablas transversales de un ancho de 50 a 75 centímetros y dispuestas de modo que entre el vértice de la carga y el techo quede un espacio libre de 10 centímetros, por lo menos. Aconseja, además, que la carga sea de 500 kilogramos por metro cuadrado de sección de galería.

d) Conclusiones deducidas de los trabajos americanos.—De la primera serie de ensayos de la Experimental Mine de Bruceton no se pueden deducir, como ya dijimos, conclusiones de carácter experimental.

Las conclusiones deducidas de los ensayos de la segunda serie se establecen por los investigadores americanos como sigue:

1.º Los ensayos han demostrado la ineficacia de las llamadas zonas desempolvadas, en una mina seca, así como de las zonas húmedas mojadas, en la detención de una explosión, siempre que haya algo de polvo seco en las paredes o maderas, la ineficiencia de un sencillo humedecimiento, y la necesidad, en este caso, de un mojado enérgico si se quiere evitar una propagación.

2.º Igualmente muestran, por el contrario, la eficacia de las mezclas con polvos de pizarra o de caliza para detener o, a lo menos, atenuar la acción de una explosión.

3.º La llama de una explosión de polvos puede ser detenida o atenuada por el empleo, en puntos previamente preparados para ello, de barreras de polvos inertes de varios tipos. Los ensayos han probado que el empleo de barreras sirve, por lo menos, para limitar una explosión a una zona reducida. Las investigaciones realizadas por el Bureau of Mines acerca de numerosas explosiones de importancia han probado que el empleo de barreras hubiera permitido el salvamento de numerosos obreros.

4.º Deben emplearse tipos completamente eficaces de barreras de polvos inertes, operadas mecánicamente, incluyendo en esto las combinaciones para la protección de puertas, tabiques de cierre de cortes y comunicaciones, etcétera, permitiendo la división de la mina en regiones protegidas.

5.º La velocidad y la dirección de la corriente de ventilación no tiene influencia sobre la producción de una inflamación de polvos cuando éstos son inflamables, ni afectan

a la dirección ni al recorrido de una explosión. Sin embargo, una corriente violenta puede influir por la facilidad con que puede dar lugar a la formación de una pequeña nube de polvos que sirva de cebo al bocazo de un barreno.

6.º La saturación de la atmósfera de la mina no tiene una influencia apreciable sobre la mayor o menor facilidad de ignición de los polvos, ni sobre la propagación de la llama a través de una nube de éstos.

7.º El factor más importante en la propagación de una explosión de polvos es la presencia de pequeñas cantidades de éstos por pie cúbico de espacio libre (0,05 de onza como mínimo) en suspensión en la atmósfera de la galería.

8.º Los polvos de carbón son sensibles a la inflamación en razón directa de su contenido en materias volátiles, e inversa de su contenido en agua y en cenizas. La diferencia en el comportamiento de los diversos polvos de carbón depende también en alto grado de la variación de su porcentaje en polvo muy fino; la parte que pasa a través del tamiz de 200 mallas por pulgada es el mejor índice de su inflamabilidad. El polvo más grueso que pueda tomar parte en una explosión es aquel que pasa a través de un tamiz de 20 mallas por pulgada.

9.º La presencia de gases inflamables en proporciones menores del 3 por 100 se ha mostrado mucho menos peligrosa que lo que se creía en la explosibilidad del polvo de carbón. Aproximadamente, un 5 por 100 más de polvo estéril neutralizará un 1 por 100 de gas, y un 10 por 100 neutralizará un contenido de 2 por 100 de gas.

10. Se ha visto que, para prever la inflamación de polvos de carbón por la introducción de polvo inerte en el yacimiento, este polvo no necesita estar mezclado con el de carbón mecánicamente siempre que se halle en la proporción de 50 por 100 de la mezcla; sin embargo, lo más seguro es mantener el polvo inerte en la capa superior de los depósitos.

11. Si en la mina o región recorrida por una explosión la cantidad de polvos existente se halla en exceso, la llama no llegará a las paredes, caminando por la región axial, rodeada de una nube de polvos sin arder. Esto explica el que en algunas explosiones no se hayan observado efectos caloríficos en objetos colocados en las proximidades de las paredes de las galerías.

12. Además de estas conclusiones que extractamos de la lista completa de los investigadores, dejando los párrafos seleccionados en su misma forma concisa, se dedujeron numerosas consecuencias relativas a la marcha de una explosión con sus aumentos y disminuciones de presión y de velocidad. Todas ellas concuerdan con las deducidas de la teoría de las explosiones establecida por Taffanel en sus trabajos de Lievin.

Por último, de los ensayos de la tercera serie se dedujeron, entre otras, las siguientes consecuencias:

La combustión del polvo de carbón en una explosión es tanto más completa cuanto mayor es la velocidad de los gases.

Las cámaras existentes en la región en la que se origine una explosión desempeñan, como ya se había visto en la segunda serie y ha sido confirmado con los trabajos de la tercera, un papel importante en la propagación, ya que si no contienen polvos que sirvan para cebar la explosión, sirven de cámaras de expansión y reducen, por consiguiente, la violencia de aquélla.

Los tabiques y cierres no ejercen acción sensible sobre las características de una explosión.

e) Nueva fórmula establecida por los investigadores franceses.—Después de llevados a cabo los diversos ensayos que acabamos de resumir, y precisamente por comparación de sus resultados, sobre todo los de Bruceton, con los obtenidos en Lievin, los investigadores franceses

Mrs. Taffanel y Audibert comprobaron (1) que la fórmula establecida por ellos para definir la aptitud a la propagación de los yacimientos de polvos era errónea por una equivocación material cometida al proceder a su establecimiento. Después de estudiar el motivo de dicho error y su influencia en los resultados, llegaron al establecimiento de una nueva fórmula más exacta, que es la siguiente:

$$100 \frac{0,06 c^2 - g}{0,06 - g} + \frac{k}{v^2} + 276 \frac{1,12 - \alpha}{6,18 - \alpha} + \frac{ah}{f} = S \quad (2)$$

en la cual las diversas variables tienen las siguientes significaciones:

g, la proporción en grisú de la atmósfera de la galería.

c, la proporción de elementos incombustibles, existentes en la fracción del yacimiento de polvos, que atraviesa el tamiz de mallas de un milímetro.

v, la proporción en materias volátiles del carbón seco y puro.

α, la relación de la fracción del yacimiento de polvos que atraviesa el tamiz núm. 200, a la fracción del mismo yacimiento que atraviesa el tamiz de mallas de un milímetro.

h, el peso de agua de riego, referida al metro cúbico de galería.

f, el peso, en kilogramos, del polvo que atraviesa el tamiz núm. 200, referido al metro cúbico de galería.

a, un coeficiente, variable con la manera como está mezclada con el polvo el agua de riego.

k, un coeficiente característico de la naturaleza de la hulla.

S, el grado de seguridad del yacimiento de polvos (sus valores aproximados son 47 para el límite 1 y 62 para el límite 2).

Esta fórmula representa los resultados de los ensayos

(1) Ann. Min. 12^{ème}, IX, 6.^a.

de Lievin, cuando se hace $k = 0,6$, con igual aproximación que la que expresamos al exponer la fórmula (1), que acabamos de ver que era errónea.

El valor de *k*, que según acabamos de decir era de 0,06 para las hullas estudiadas en Lievin, puede tomar un valor más alto cuando se trata de algunas hullas y, sobre todo, para aquellas que se han alterado por la oxidación. El valor 0,06 aplicado en estos casos prescinde del aumento de seguridad que reside en dicho carácter de oxidación. Si se quisiera tenerlo en cuenta, precisaría calcular el valor verdadero de *k*, para lo cual se realizará un ensayo en el inflamador, comparativamente con alguna de las hullas tipos que se han empleado en los ensayos de Lievin, que corresponden al valor 0,06 de *k* y cuyas características exponemos en el siguiente cuadro:

Características de hullas tipos.

Designación del tipo.	ANÁLISIS INMEDIATO				Materias volátiles de la fracción orgánica seca.
	Materias volátiles.	Humedad.	Cenizas.	Carbono fijo.	
A	36,3	2,9	6,5	54,3	40,0
B	30,2	0,6	5,2	64,0	52,0
C	21,85	1,25	3,25	73,65	22,9
D	14,9	2,3	15,0	67,8	18,0
E	13,55	11,35	6,05	79,05	14,6
F	11,95	0,75	8,40	78,90	13,2
G	10,55	0,45	3,55	85,45	11,0
H	9,3	0,6	4,3	85,8	9,8
I	22,3	6,4	32,3	39,0	36,3

Para facilitar esta realización de los ensayos, la estación de ensayos de Montlucon está realizando estudios para el establecimiento de un inflamador de gran tamaño.

Por otra parte, la fórmula (2) no se aplica más que en aquellos casos en los que se sabe que la parte incombustible del yacimiento de polvos está compuesta de elementos muy finos, que prácticamente pasan a través del tamiz nú-

mero 200. Si no sucediese así, no se podrá aplicar directamente la fórmula y habrá que acudir a métodos aproximados, entre los cuales uno de los más recomendables es el de Lievin, el cual consiste:

En tomar una muestra media del yacimiento a estudiar, tamizándola por un tamiz de mallas de milímetro, determinando el peso p de la fracción que pasa y su contenido en cenizas c , y tamizar igualmente esta fracción por el tamiz número 200, determinando el peso p' de la fracción que pasa y su contenido en cenizas c' . Se determinará entonces α , por la fórmula $\alpha = \frac{p}{p'}$, y con este valor y los de c y c' se calculan los valores:

$$\alpha_s = \frac{\alpha}{1 - c + \alpha c'}$$

$$C_s = \frac{c \alpha}{1 - c + \alpha c'}$$

que son los que se llevarán a la fórmula (2) en lugar de α y c . El valor hallado de S se aproximará tanto más a la realidad cuanto que la parte estéril del yacimiento sea más fina; en todo caso, en este valor está despreciada la cantidad adicional de seguridad que da la fracción compuesta de elementos gruesos en el yacimiento estéril añadido.

f) Resumen crítico comparativo de las diversas conclusiones.—Como acabamos de ver, cuatro han sido las naciones que se han dedicado con verdadero método al estudio experimental y teórico de las explosiones de polvo de carbón. Entre ellas, dos se destacan notablemente por la importancia de sus trabajos: Francia y Norteamérica, y de estas dos, la primera, con sus metódicos y completísimos experimentos de Lievin, se muestra en cabeza, pudiéndose decir con toda justicia que a ella se debe en gran parte lo que se sabe en la hora actual acerca de las explosiones de polvo de carbón y de los medios de lucha contra los mismos.

Todo o casi todo lo realizado en otras estaciones, quizá en ocasiones con mayor lujo de detalles, es continuación y repetición de lo realizado en Lievin. Por ello, en este breve estudio comparativo tenemos que referirnos como tipo permanentemente de comparación a los resultados obtenidos en dicha Estación.

Desde luego, en los resultados obtenidos, tanto en Inglaterra como en Alemania y Norteamérica, no se halla casi ninguna novedad cuando se los compara con los ensayos de Lievin. En la mayoría de los casos hay concordancia, ya en la forma, ya en el fondo, entre estos diversos resultados; pero en algunos otros se observaban discordancias notables, que merecen fijar en ellas la atención.

En lo que se refiere a los ensayos ingleses, sobre todo en lo concerniente a los realizados por el Explosions in Mines Committee, hay desde luego una causa que les impide ser tomados con el carácter de generalidad con que se toman los resultados franceses y americanos; consiste dicha causa en que el Comité en cuestión se limitó a realizar los ensayos, como ya dijimos, empleando siempre una misma hulla y no teniendo en cuenta, no ya la variación en el contenido en materias volátiles de los polvos, sino tampoco el grado de pulverización de los mismos, ni las proporciones existentes en ellos de las diversas dimensiones, datos ambos que los ensayos franceses y americanos y los mismos posteriores realizados en Inglaterra, muestran ser de gran importancia. Otra causa que impide realizar una comparación fácil y perfecta entre los resultados del Explosions in Mines Committee y los franceses y americanos, es la diferencia que se observa entre las causas iniciales de inflamación empleadas en dichos países. Mientras que la llamada causa 1 de Lievin parece ser comparable a la causa de los *ignition tests* americanos y la causa 2 es algo menos severa que los *propagation tests*, las siete causas de los ensayos del Explosions in Mines Committee no es fácil

relacionarlas con las francesas y americanas; sin embargo, los ingenieros franceses Mrs. Audibert y Delmas (1) han logrado, valiéndose de los resultados de los ensayos comparativos realizados en Bruceton y Eskmeals, con el polvo de Altofts Silkstone, y aplicando, además, la fórmula de Taffanel para determinar la aptitud a la propagación, establecer que la causa VI de Eskmeals parece ser ligeramente menos severa que la I de Lievin, estando por debajo de éstas las demás causas de inflamación inglesas, que pueden clasificarse, en orden creciente de severidad, como sigue: III, V, VII, I, II, IV y VI.

En cuanto a los resultados de Eskmeals, referente a las influencias del riego y a la de los polvos estériles, se puede admitir que existe acuerdo entre ellos y los obtenidos en Lievin y Bruceton; pero siempre con la reserva, ya indicada, de haberse practicado los ensayos ingleses con una misma hulla y sin estudiar el grado de pulverización de la misma.

Por el contrario, en lo que se refiere a los resultados ingleses de los ensayos destinados a determinar la influencia del grisú, el desacuerdo entre ellos, por una parte, y los franceses y americanos, por otra, es grande, apareciendo estos últimos como atribuyendo al grisú una influencia mucho más importante que los ingleses; sin poder haber determinado claramente la causa de esta divergencia, los citados ingenieros franceses se inclinan a atribuirle a un defecto en el dispositivo experimental de Eskmeals.

Los resultados alemanes no son en cierto modo comparables con los franceses, debido a que no constituyen una serie de trabajos de carácter sistemático, ya que su objeto no fué el estudiar el mecanismo de la inflamación de un yacimiento de polvos, sino simplemente realizar el control experimental de diversos dispositivos imaginados, ya para

(1) Ann. Min., 12^{ème}, X, 7^{ème}.

impedir que se origine una explosión, ya para detener una explosión producida y en curso de desarrollo. En ellos hay, sin embargo, un punto del más alto interés, cual es el estudio de la acción de los polvos estériles en ciertas condiciones para influir en el desarrollo de una explosión de grisú; sobre este asunto las experiencias alemanas son las únicas realizadas en el mundo.

Donde se observa una divergencia importante es en lo referente a la aplicación de los medios estudiados para la evitación o la detención de las explosiones. Mientras que los métodos preconizados por M. Beyling, como consecuencia de sus investigaciones, se dividen en tres grupos diferentes, según se trate de impedir la producción de una inflamación, de ahogarla recién originada o de detenerla ya en franca propagación, son análogos en nombre a los recomendados como resultado de los ensayos de Lievin, no existe dicha analogía si se los examina en detalle. Así, si bien las medidas preconizadas en los grupos primero y tercero son exactamente las mismas que las llamadas medidas de primer y tercer orden de las conclusiones de Lievin, existe alguna diferencia entre las medidas alemanas del segundo grupo y las de segundo orden de Lievin, como lo prueba lo siguiente:

1.º Mientras que en las conclusiones de Lievin se preconiza la adopción general de las medidas de segundo orden, M. Beyling sólo indica que deben aplicarse a puntos aislados de la mina que estén considerados como especialmente peligrosos.

2.º En las conclusiones de Lievin se expresa que deben aplicarse las medidas de los tres órdenes en el mismo escalonamiento con que son designadas, considerando, además, a un mismo nivel la neutralización generalizada y las barreras de detención, y, por el contrario, M. Beyling considera, y con él todos los técnicos alemanes, que basta emplear uno de estos medios, con tal de que, si se emplean las

barreras, se coloquen varias de ellas en serie para salvar así el caso de falla de alguna de ellas, y si se emplea la neutralización generalizada, se deben emplear barreras en los trazados en carbón, o sea, como expresan los Ingenieros ya citados Audibert y Delmas (1), que se preconizan dos medios que en realidad se pueden definir como sustitución en uno de ellos de las medidas de segundo orden por las de tercero, casi en su totalidad, y empleo en el otro de las medidas de primero y segundo orden, prescindiendo casi por completo de las de tercero; ambas soluciones son incompletas, pues en el caso de prescindir de las medidas de segundo orden, de trabajo, corriéndose el riesgo de que su carga estéril vaya siendo recubierta por el polvo de carbón, tan abundante en dichos lugares, si no se procede a su reemplazo con frecuencia y a que las conmociones del aire, producidas por los barrenos, hagan actuar a destiempo dichas barreras, que deben ser muy sensibles, para ser accionadas por las explosiones recién originadas. Si se emplea, por el contrario, la segunda solución, los ensayos de Lievin han mostrado que su eficacia es incompleta.

El empleo sólo de barreras de detención, sin neutralización generalizada, presenta el peligro de que, si la explosión franquea la región de las barreras, sin ser detenida por éstas, lo que puede suceder, aunque experimentalmente no se haya observado, se encontrarán las galerías en condiciones de propagarse sin obstáculo alguno. Un caso de esta índole se ha presentado en la catástrofe de La Clarence, en la cual, a pesar de abundar las barreras, la explosión las ha franqueado, no se sabe en virtud de qué circunstancia, y se ha extendido por toda la mina. Este ejemplo pone de manifiesto el peligro que entraña la aplicación estricta de las conclusiones alemanas.

Por último, las conclusiones americanas, si bien no pre-

(1) Ann. Min. 12^e - IX - 5^e.

sentan casi ningún resultado nuevo, salvo de los estudios acerca de la acción de las cámaras y de la influencia de los tabiques, presentan el gran interés de una concordancia casi absoluta con los resultados de Lievin, lo que es de un valor considerable, puesto que las condiciones de la experimental, a las condiciones de la verdadera explotación, y por tanto, estos resultados sirven de comprobación experimental de los de Lievin, mostrando que sus conclusiones son perfectamente aplicables a las minas.

Como resumen de cuanto venimos exponiendo, diremos que para la lucha contra los polvos está plenamente probado y confirmado por la experiencia que precisa actuar sobre la causa de inflamación (empleo conveniente de explosivos, buena ventilación para limpiar los trabajos de grisú, riego en los frentes de trabajo, etc.) sobre la de propagación parcial (medios para hacer que un yacimiento sea inapto a la propagación), y, finalmente, sobre la generalización (medios de detención de tercer orden).

En un capítulo próximo estudiaremos el medio de llevar a la práctica estos diversos métodos; pero antes tenemos que ocuparnos, con el detalle que el asunto merece, de las barreras de detención en su realización práctica.

CAPITULO II

ESTUDIO PRÁCTICO DE LAS BARRERAS

En este capítulo nos vamos a ocupar, casi exclusivamente, del estudio realizado por el U. S. Bureau of Mines, acerca de las barreras de detención de los diversos tipos, ya que es el más completo y metódico de cuantos se han realizado sobre este importante punto.

En los experimentos realizados en Bruceton, se probaron, además de las barreras ensayadas en Lievin por primera vez, y que por ello son conocidas en el mundo minero

por el nombre de *barreras Taffanel*, y de una modificación de las mismas, designada por el nombre de *hanging shelves* (tablas suspendidas), varios tipos de barreras y de puertas y cierres protegidos, proyectados por los investigadores del Bureau of Mines. Como resumen de los diversos tipos y guía para su estudio, los exponemos a continuación:

- 1.º Barreras Taffanel.
- 2.º Hanging shelves.
- 3.º Box barriers (barreras de cajas).—Tipos A, B 1 B-2 y C.
- 4.º Concentrated barriers (barreras concentradas).
- 5.º Trough rock-dust barriers (barreras de artesa).
- 6.º Puertas protegidas por polvos.
- 7.º Tabiques protegidos por polvos.

1.º *Barreras Taffanel*.—Estas barreras están constituidas, como es bien sabido, por un cierto número de tablas de 50 centímetros de ancho colocadas en la corona de la galería y clavadas a la entibación, transversalmente a la dirección de aquélla, y sobre las cuales se cargaban polvos de roca, con el fin de que la onda inicial de aire produjese el arrastre y la puesta en suspensión de los mismos, creando una nube de material inerte con la cual se encontrase la llama. Estas tablas se colocaban espaciadas 1,80 metros, de eje a eje, y en número que varió en diversos ensayos; en un grupo de ellos se emplearon cinco tablas, en la mayoría 10 y en algunos casos excepcionales 15.

Se realizaron 135 ensayos, en los cuales se probaron 207 barreras; de éstas, 15 no fueron alcanzadas por la llama, y, por tanto, no deben ser consideradas, quedando 192, de las cuales 173 detuvieron la llama, en cuatro quedó duda sobre su acción, por no poderse establecer si la detención había sido debida a la barrera o a otras condiciones, y en 15, finalmente, no se logró la detención, o sea que las fallas no han llegado al 10 por 100 de los ensayos. Además, en estos casos, uno de ellos no tiene significación, porque el polvo es-

téril había sido recubierto accidentalmente por bastante cantidad de polvo combustible, otro fué debido a un funcionamiento prematuro de la barrera, por su proximidad a la causa inicial, en siete se ha atribuido a que la explosión era de muy poca violencia y no se había logrado la suspensión de los polvos, y, finalmente, en seis casos el fallo se puede atribuir a cantidad deficiente de carga de polvo inerte, ya que no sólo era de 825 litros, mientras que para estar en las

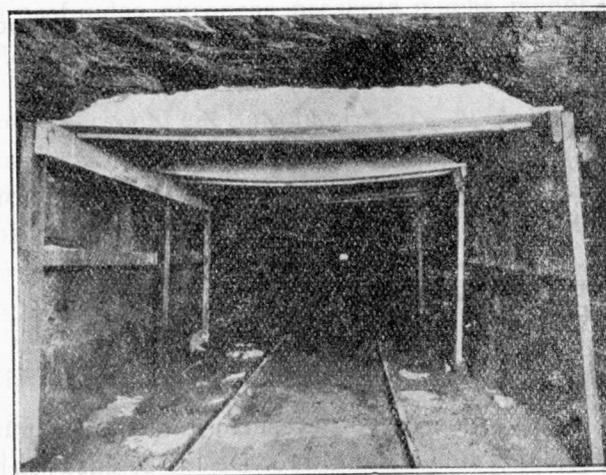


Fig. 63.—Barrera Taffanel instalada en Bruceton.

condiciones de carga indicadas por Taffanel, que era la de 300 litros por metro cuadrado, necesitarían haber tenido 1.650 litros.

La figura 63 da una vista fotográfica de una barrera de este tipo, instalada en la mina de Bruceton.

2.º *Hanging shelves*.—Estas barreras son, como hemos dicho, un perfeccionamiento de las barreras Taffanel, y de este tipo son las barreras empleadas en la casi generalidad de los casos en las hulleras francesas. Consisten, como se ve en el esquema de la figura 64, en tablas de igual ancho que las que constituyen las barreras Taffanel, pero que, en

lugar de estar fijas en la galería se hallan suspendidas mediante unos tirantes de redondo, enganchados a unos hierros empotrados en el techo de la galería, y de una forma tal, que una oscilación del conjunto produciría el deslizamiento en ellos de los tirantes, que se soltarían así y producirían la caída de la tabla, con la puesta en suspensión consiguiente de su carga de polvos inertes. La distancia a la cual las tablas quedaban del techo de la galería era de 45 centímetros.

En los ensayos realizados se constituyó en casi todos la barrera por seis de dichas tablas, hasta que, habiendo falla-

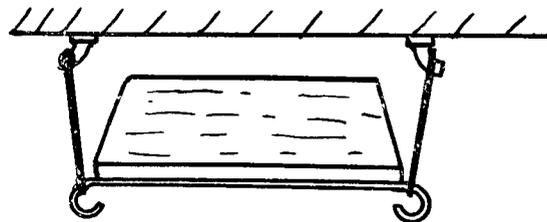


Fig 64 - Barrera colgante

do en un ensayo, se creyó necesario aumentar el número hasta 10, que ha sido el definitivo. De los 26 ensayos realizados, en 25 se obtuvo la detención de la explosión; en otros 23 ensayos la llama no llegó a la barrera. El caso en el que ésta no se mostró eficaz consistió en una explosión muy violenta, en la cual se mantuvo durante más de cinco segundos una sobrepresión en toda la mina. Este tipo se ha mostrado muy eficaz en el caso de explosiones lentas.

A pesar de que los resultados de los ensayos no han podido ser más satisfactorios, los experimentadores americanos hacen a este tipo de barrera, de igual modo que se lo hacían a la Taffanel, dos reproches: uno de ellos consiste en que la carga de estéril está expuesta a ser recubierta por polvos de carbón, y el otro que, si la atmósfera de la galería es húmeda, el polvo estéril puede absorber humedad,

recubriéndose de una costra algo dura, que constituirá un obstáculo a su puesta fácil y completa en suspensión.

Por ello, los esfuerzos de dichos investigadores se han dirigido a obtener un tipo de barrera, en la cual los polvos estén protegidos de la acción del aire y de los polvos combustibles, y a ello responden los tipos que vamos a estudiar. Sin embargo, debemos decir que el reproche referente a la acción humidificadora del aire, si bien para las condiciones de las minas americanas está bastante fundado, para las minas profundas europeas presenta mucha menor importancia, como se comprende sin dificultad.

3° *Box barriers*.—Las barreras de este tipo, establecidas por el personal del Bureau of Mines, presentan entre sí algunas variantes que vamos a estudiar sucesivamente.

Tipo A.—La barrera estaba constituida por varios elementos (cuatro o seis por lo general). Cada elemento consistía en una caja de madera de ocho pies de largo por 10'' de alto y 22'' de ancho; estas cajas estaban suspendidas del techo mediante unos ganchos de hierro sujetos en su extremo inferior, provisto de un garfio cerrado, a unas argollas fijas al fondo de la caja, y por su extremo superior, mediante garfios abiertos formando un ángulo de 90°, a tornillos fijos en la entibación; los costados de la caja tenían unos topes o cuñas de madera, cuyo objeto era que, cuando llegaba a la caja la onda inicial y al oscilar aquélla por su acción, el choque de las cuñas con los ganchos producía el resbalamiento de los garfios superiores, que se escapaban así de sus soportes y producía la caída de la caja; el polvo contenido en ésta, en una cantidad correspondiente al volumen de 10 pies cúbicos, se hallaba cubierto en su parte superior, única libre, por una tela encerada para evitar que en él se depositase polvo de carbón o que lo afectase la humedad del aire. (Véase figura 65.)

Los ensayos realizados mostraron que estas barreras eran muy sensibles, incluso a explosiones de violencia muy

reduci la. Sin embargo, se observó un 35 por 100 de fallos, o sea de pasos de llama, a pesar de la barrera. Esto indujo a introducir en ellas importantes modificaciones.

Tipo B.—En las barreras de este tipo las cajas tenían fondo móvil, que se colocaba en el interior de la misma, apoyado sobre unos travesaños sujetos a la parte inferior de las paredes laterales. Estas se hallaban suspendidas del techo por el mismo medio que las del tipo A, pero los fondos estaban a su vez suspendidos por unas cadenas que



Fig. 65.—Barrera de caja, tipo A.

quedaban flojas en el interior de la masa de polvos y que permitían que el fondo cayese unas pulgadas, pero que quedase después suspendido. El objeto de esta disposición era el siguiente: Al producirse la conmoción se soltaban los ganchos que sostenían las paredes laterales, produciendo la caída de conjunto; pero mientras que la parte lateral caía totalmente, dejando así caer una gran porción de su carga de polvos, los fondos, después de un descenso reducido, quedaban de nuevo suspendidos y con parte de polvo sobre ellos; de esta manera se conseguía, primero, fraccio-

nar la caída de polvo, evitando que cayesen en una sola masa que evitase su puesta en suspensión, y después se dejaba una cierta porción de polvos en reserva, en unos a modo de *hanging shelves*, con el fin de producir una acción adicional sobre la llama si ésta llegaba retrasada. Las barreras de este tipo, que presentaban dos variantes, según el modo de suspensión, no dieron en los ensayos el resultado

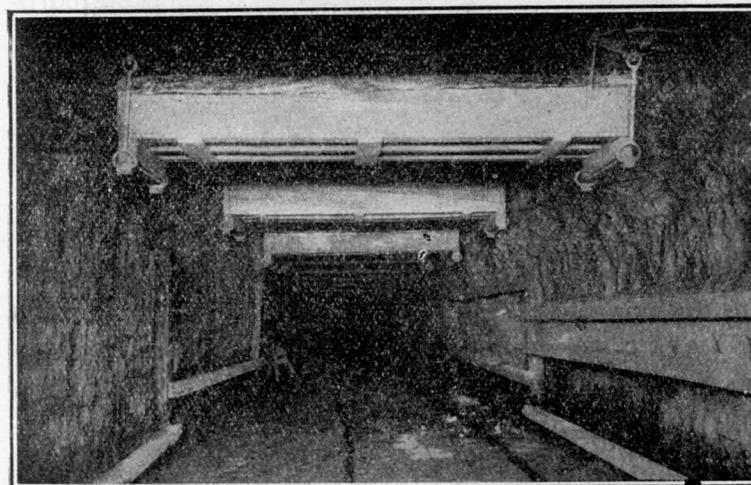


Fig. 66.—Barrera de caja, tipo B.

que se esperaba de ellas y no han sido recomendadas por el Bureau of Mines.

En la figura 66 damos una vista de una barrera montada y en las 67 y 68 dos vistas, después de haber sufrido los efectos de una explosión débil y fuerte, respectivamente.

Tipo C.—Este tipo, que fué el escogido finalmente por el Bureau of Mines, y que es un perfeccionamiento de los antes descritos, consiste, como ellos, en una caja de siete pies y medio de largo, 23'' de ancho y 10'' de alto, en la cual en lugar de fondo fijo hay tres largueros: uno (figura 69) de 3'' de ancho, que sirven de soportes al falso fondo 2, compuesto por dos tablas de 9'' y media de ancho,

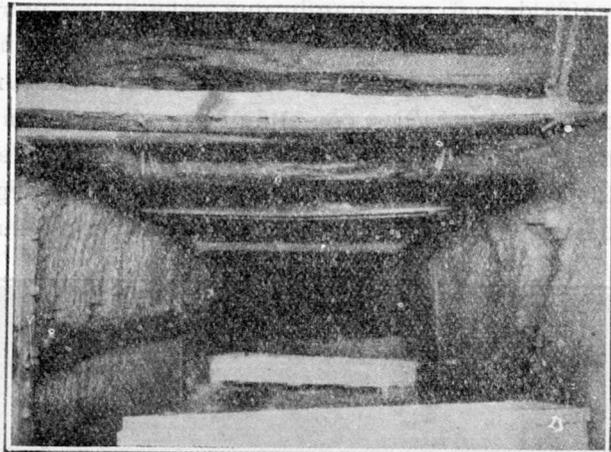


Fig. 67.—Efecto de una explosión débil sobre el tipo B.

que cubren los espacios libres que dejan entre sí los largue-
ros. La caja, por el intermedio de unos listones 12, situados
en los extremos de su fondo y en los cuales están sujetas
las piezas de hierro 3, provistas de una especie de ganchos,

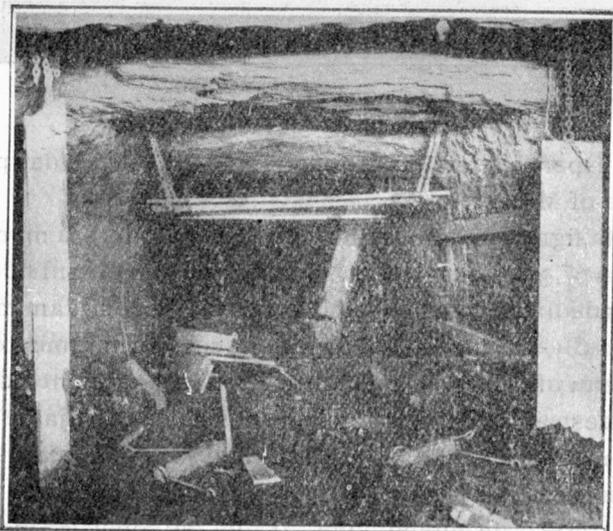
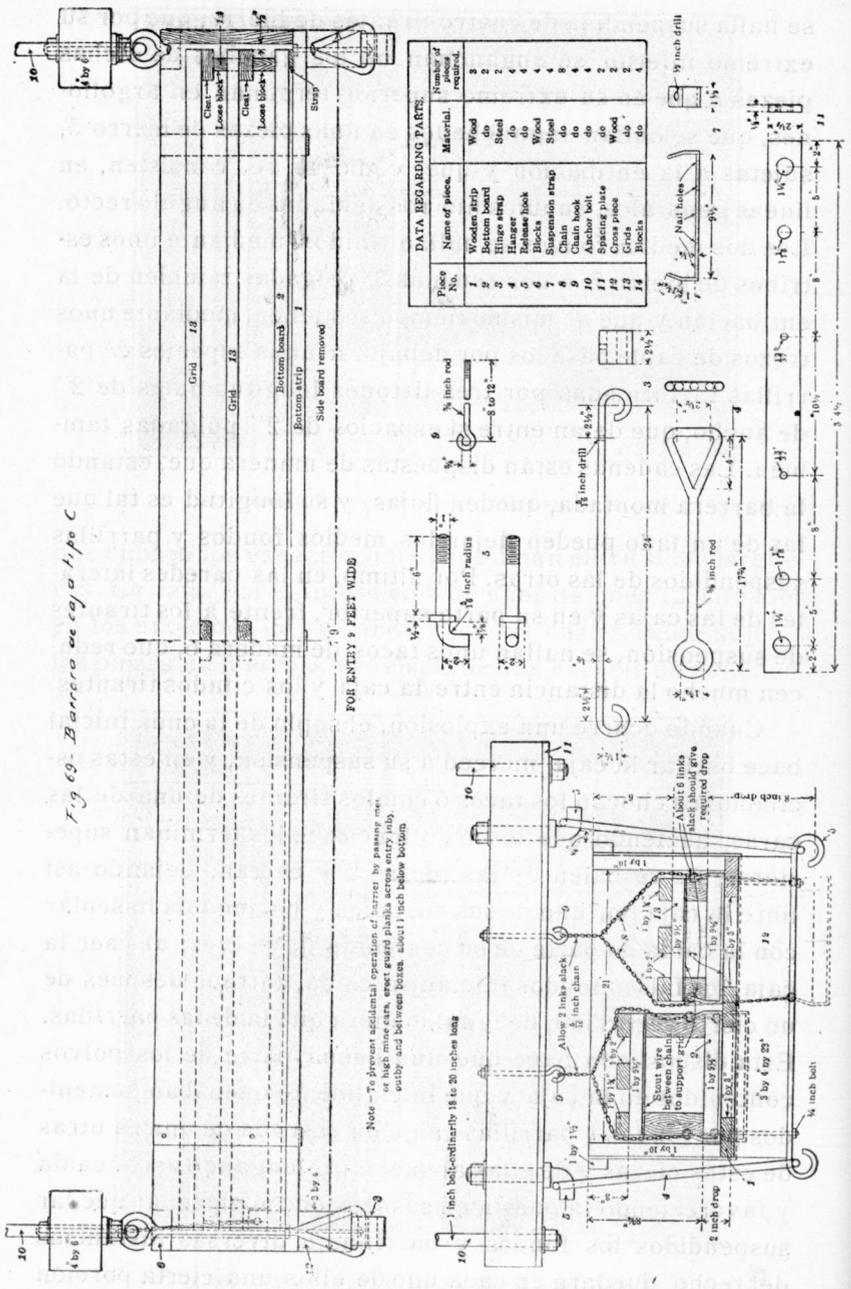


Fig. 68.—Efecto de una explosión fuerte sobre el tipo B.

se halla suspendida de cuatro tirantes de hierro, que por su
extremo inferior se enganchan de los ganchos de dichas
piezas y que en su extremo superior terminan en argoillo-
nes, que se hallan enganchados en unas piezas de hierro 5,
sujetas a la entibación y que, como se ve, consisten, en
líneas generales, en unos hierros doblados en ángulo recto.
Los dos medios fondos se hallan unidos, mediante unos es-
tribos de hierro 7, a dos cadenas 8, colgadas también de la
entibación y que al mismo tiempo sostienen, mediante unos
trozos de cable pasados por debajo, a unas especies de pa-
rrillas 13, formadas por tres listones longitudinales de 2''
de ancho, que dejan entre sí espacios de 2'' pulgadas tam-
bién. Las cadenas están dispuestas de manera que, estando
la barrera montada, queden flojas, y su longitud es tal que
las de un lado pueden dejar los medios fondos y parrillas
suspendidos de las otras. Por último, en las paredes latera-
les de las cajas y en su parte superior, frente a los tirantes
de suspensión, se hallan unos tacos de madera 6, que redu-
cen mucho la distancia entre la caja y los citados tirantes.

Cuando ocurre una explosión, el soplido de la onda inicial
hace oscilar la caja, merced a su suspensión, y en estas os-
cilaciones chocan los tacos 6 con los tirantes de una de las
caras, haciendo que los argollones que los terminan supe-
riormente resbalen de las piezas 5 y caigan, dejando así
libre la caja por uno de sus costados y haciéndola bascular
con la caída de parte de su contenido de polvos; al caer la
caja, los falsos fondos inician su caída, cortada después de
un cierto recorrido, de igual manera que la de las parrillas.
Esta disposición hace que una buena parte de los polvos
contenidos en la caja y que inicialmente quedaban sosteni-
dos por fondos y parrillas caiga en cascada de unas a otras
de estas piezas y de ellas al suelo, prolongando así la caída
y favoreciendo la puesta en suspensión; además, al quedar
suspendidos los fondos y parrillas a diversas distancias
del techo, quedará en cada uno de ellos una cierta porción



de polvo, dispuesto como en los *hanging shelves*, para actuar si hubiera algún retraso de llama o una llegada de llama secundaria que proviniese de otro recorrido distinto, por estar esa provisión de polvos espaciados en altura, su puesta en suspensión se haría en ese caso con gran facilidad y rapidez.

La figura 70 muestra el aspecto de una barrera de este

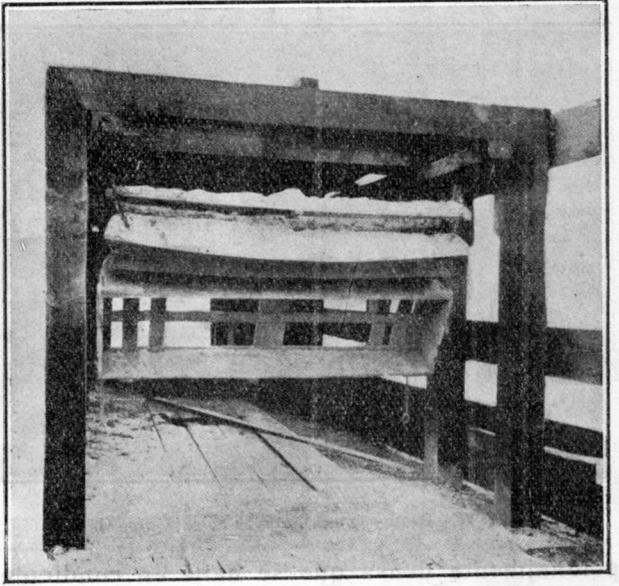


Fig. 70. - Barrera de caja, tipo C, después de funcionar.

tipo después de su funcionamiento. Corresponde a un ensayo hecho en superficie. La 71 muestra los restos de una barrera después de una violentísima explosión producida en la mina y en la cual la mayoría de los componentes han sido arrastrados a distancia (fuera del campo de la fotografía) por las ondas de la explosión.

En los ensayos realizados, de los cuales 25 fueron en los que llegó la llama a la barrera, hubo fallos en nueve, de los que en seis había en la atmósfera una cierta proporción

de grisú, a cuya presencia se atribuyen en gran parte por los investigadores las citadas fallas. De todas maneras, en los ensayos este tipo de barreras se mostró superior considerablemente a los otros tipos de barreras de caja.

4.º *Concentrated Barriers.*—El objeto de estas barreras es producir en un punto dado la descarga, por la onda inicial de aire, de una cantidad considerable de polvo de roca, con el fin de dar origen a una nube de polvo incombustible

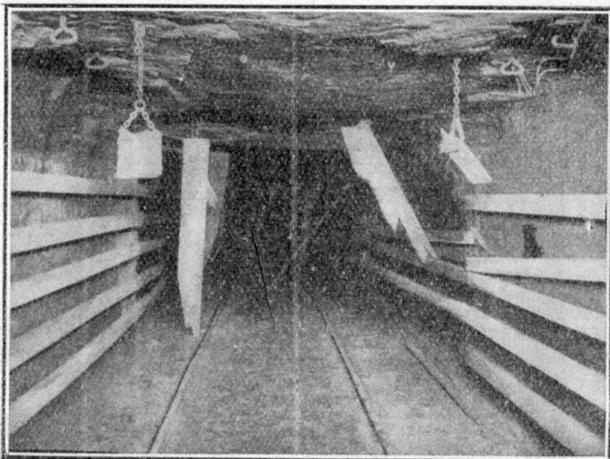


Fig. 71.—Restos de una barrera de caja, tipo C.

excepcionalmente densa que se halle en condiciones de ahogar cualquier explosión por importante que sea.

Dos son los tipos de barreras concentradas ensayados por el Bureau of Mines, los cuales sólo se diferencian entre sí por algunos detalles. Estos tipos han sido denominados por el Bureau of Mines por las letras A y B. Al describirlas lo haremos primero ocupándonos de la B y expondremos después las ligeras diferencias que, respecto a ella, presenta la A.

Tipo B. (Fig. 72).—Está constituida por dos compartimientos para depósito de los polvos, cuyas dimensiones son siete pies de largo, siete pies de ancho y 12 pulgadas de

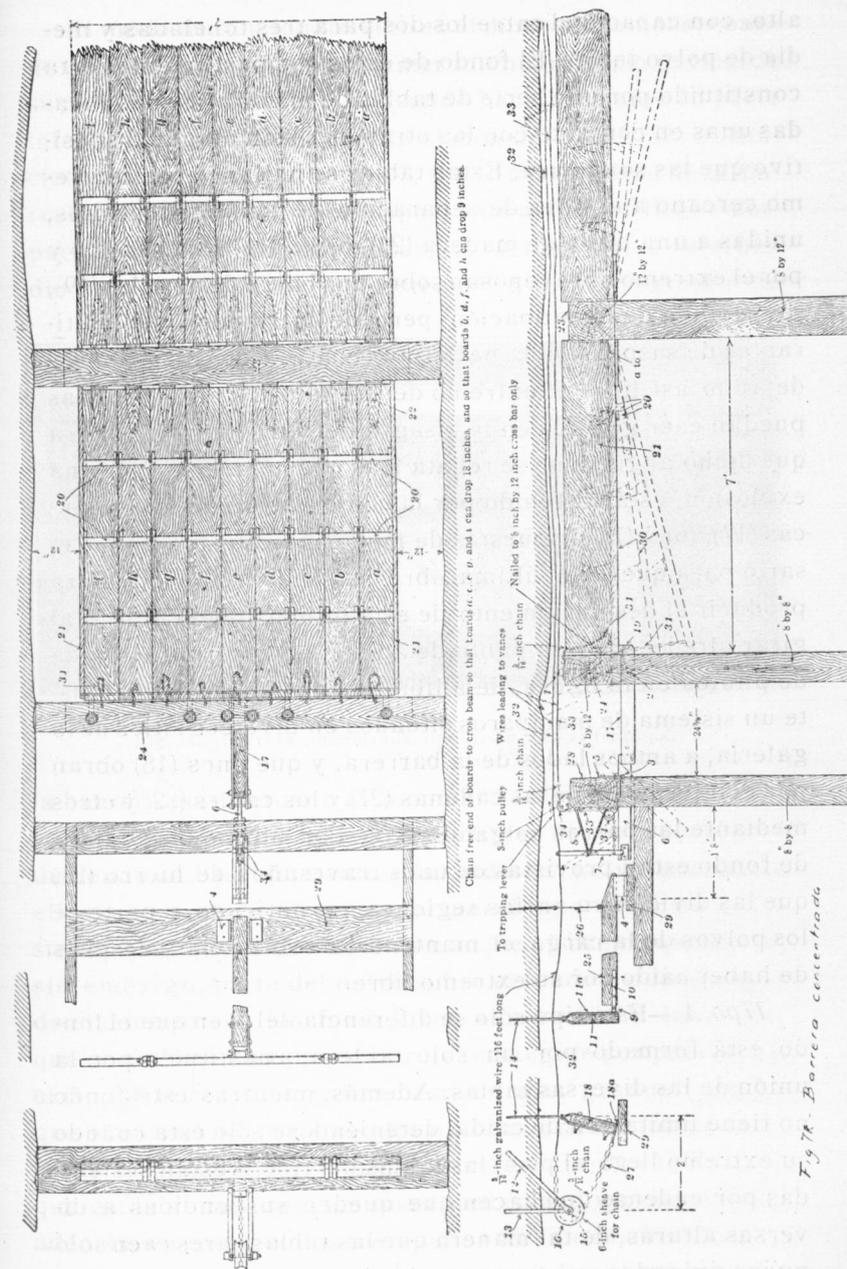


Fig. 72. Barrera concentrada

alto, con capacidad entre los dos para tres toneladas y media de polvo inerte. El fondo de estos compartimientos está constituido por una serie de tablas de madera (30), colocadas unas en contacto con las otras, pero sin ningún dispositivo que las solidarice. Estas tablas se hallan, en el extremo cercano a la línea de separación de los dos depósitos, unidas a una pieza de madera (23) mediante bisagras (22) y por el extremo libre reposan sobre una barra de angular (19), suspendida de la entibación, pero de tal modo que los tirantes de suspensión la permitan rebatirse de su posición, dejando así libre el extremo de las tablas para que éstas puedan caer girando en la bisagra del otro extremo; para que dicho angular no se rebata más que cuando ocurra una explosión, está sostenido por la combinación de las palancas (17), (6) y (7), dispuestas de modo que el esfuerzo necesario para que ésta última obre sea muy reducido. Para producir el desplazamiento de esta última palanca, que al girar alrededor de su punto de apoyo, en la forma indicada de puntos en la figura, deja libre el extremo de la (6), existe un sistema de mamparos situados en diversos sitios de la galería, a ambos lados de la barrera, y que unos (18) obran por el intermedio de las cadenas (27) y los cables (32) y otros mediante las barras colgantes (25). Por último, las tablas de fondo están provistas de unos travesaños de hierro (20) que las dividen en varias regiones, permitiendo a parte de los polvos de la carga el mantenerse sobre ellas, después de haber caído por su extremo libre.

Tipo A.—Este tipo sólo se diferencia del B en que el fondo está formado por un solo tablero, constituido por la unión de las diversas tablas. Además, mientras este fondo no tiene limitación de caída, deteniéndose sólo ésta cuando su extremo llega al piso, las tablas del tipo B están sostenidas por cadenas que hacen que queden suspendidas a diversas alturas, de tal manera que las tablas pares caen sólo nueve pulgadas, mientras que las impares caen 18.

El modo de funcionamiento es el mismo en ambas: cuando la onda inicial llega al primer mamparo 18, lo desvía de su posición de equilibrio lanzando hacia adelante su parte inferior y produciendo, por la acción del cable 32, el funcionamiento de las palancas 7, 6 y 17 del extremo de la barrera más alejado de la mampara que actúa; al llegar después la misma onda al mamparo 11, actúa, por el intermedio de la barra 26, sobre el sistema 7, 6 y 17 del extremo de

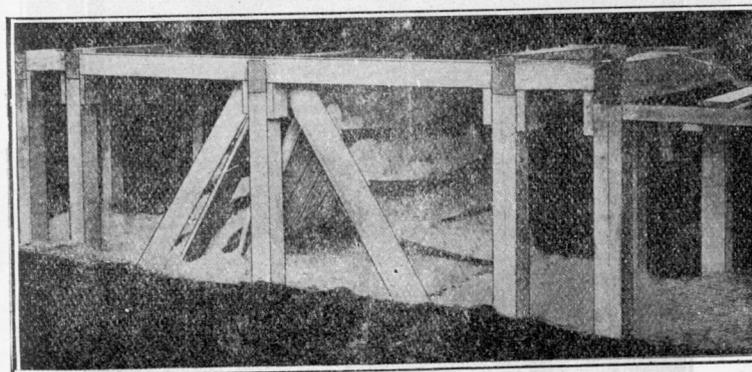


Fig. 73. — Barrera concentrada, tipo A, después de funcionar.

la barrera más cercano al mamparo; por ambas acciones se deja en libertad a los extremos libres de los fondos, produciendo su basculamiento y la caída del polvo que sobre ellos reposa, pero mientras que en el tipo A dicha caída sigue hasta que el extremo libre toque al suelo, quedando, sin embargo, parte del polvo sobre el fondo y constituyendo el conjunto de los fondos una especie de V invertida, que obra como un tabique parcial protegido por polvos. En el tipo B la caída se realiza de modo más gradual, puesto que el polvo cae: parte por los extremos de las tablas, parte por los espacios que quedan entre cada dos tablas, ya que éstas al caer quedan suspendidas a diversas alturas; además, en este tipo los travesaños (20) antes citados favorecen la conservación en cada tabla de parte del polvo,

para que, si la explosión se retrasa con relación a la onda inicial, puedan estos polvos, puestos en suspensión por los efectos dinámicos, obrar sobre la llama aun cuando la nube antes formada se hubiese aplacado algo

El tipo B está proyectado para ser más aplicable que el A, teniendo en cuenta que éste es más peligroso que aquél para el personal que circule por las galerías, pues si

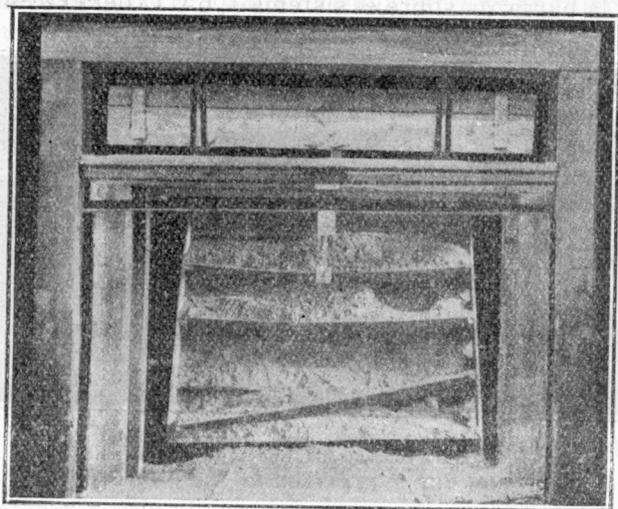


Fig. 74. — Vista del extremo de una barrera concentrada, tipo A, después de funcionar.

por una causa accidental se produjese el funcionamiento de la barrera cuando esté pasando debajo personal, la A podrá producir un serio accidente a los que coja debajo, por su enorme peso, mientras que la B sólo podrá darles algunos golpes en la cabeza, molestos, pero no peligrosos, debido a que el fondo está dividido en porciones y a que éstas quedan suspendidas a una cierta altura.

Las figuras 73 y 74 muestran dos aspectos del tipo A y las 75, 76 y 77 dan vistas del tipo B.

En los ensayos realizados en Bruceton con estas barreras no se observó ningún caso de fallo de las mismas, ha-

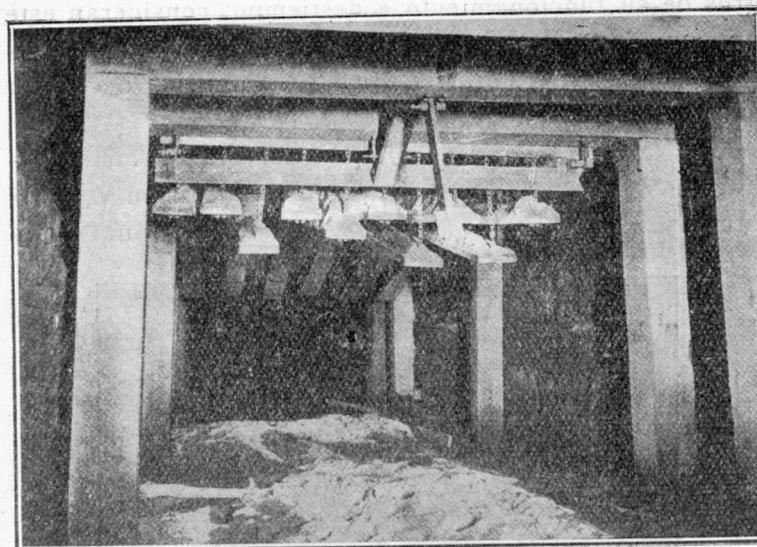


Fig. 75. — Barrera concentrada, tipo B, después de funcionar.

biendo mostrado su gran eficacia. En opinión de los experimentadores estas barreras son muy sensibles, aun a las explosiones débiles, y proponen el tipo B para las galerías generales y el A para aquellas galerías en las que, no habiendo circulación de personal, no son de temer los peli-

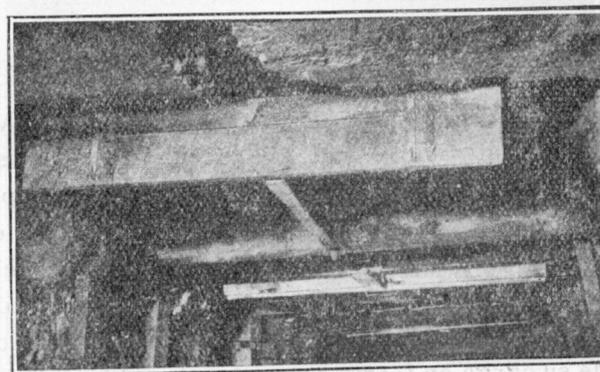


Fig. 76. — Barrera concentrada, tipo B, instalada.

gros de su funcionamiento a destiempo; consideran este tipo muy apropiado para el aislamiento de diversos cuarteles de una mina, para impedir la propagacion de unos a otros de las explosiones.

5.º *Trough rock-dust barriers.* (Barreras de artesa).— Entre las barreras se han de citar las de artesa en V, constituidas por dos tablas clavadas formando un canal trian-

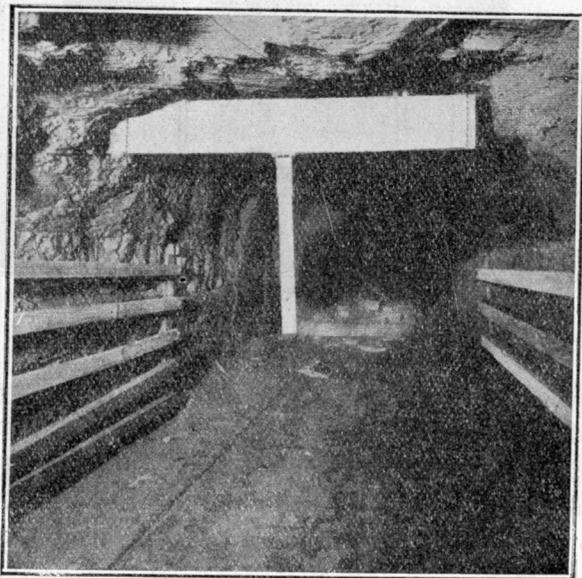


Fig. 77.—Efecto de una explosión violenta sobre una barrera concentrada, tipo B.

gular y en cuyos extremos otras tablas en forma de V acaban de constituir la artesa (fig. 78). Estas barreras se colocan apoyadas sobre su arista, con unos pequeños soportes, en un sentido que es aquel del cual puede venir la explosión, que sirven de apoyo a la barrera, pero que en el otro la dejan libre por completo. Si llega la onda inicial de una explosión, ésta producirá el vuelco de las artesas, con la caída de su carga en forma de cortina de polvos inertes. En sus ensayos no se advirtieron ventajas que las hicieran re-

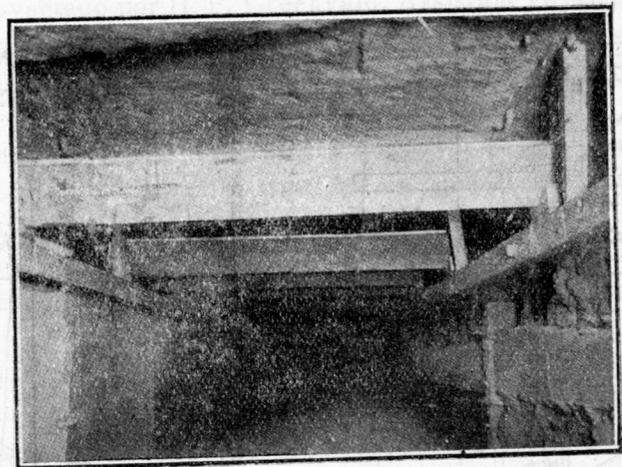


Fig. 78.—Barrera en V.

comendables, observándose que en varios de ellos su funcionamiento fué prematuro y que en otros la violencia de la onda inicial no fué suficiente para producir su vuelco.

Un tipo más moderno de las barreras de artesa, que se ha mostrado particularmente eficaz en los ensayos, ha sido

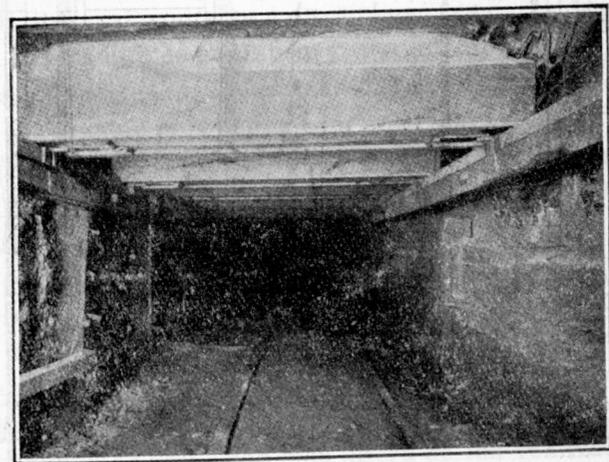


Fig. 80.—Barrera de artesa, instalada.

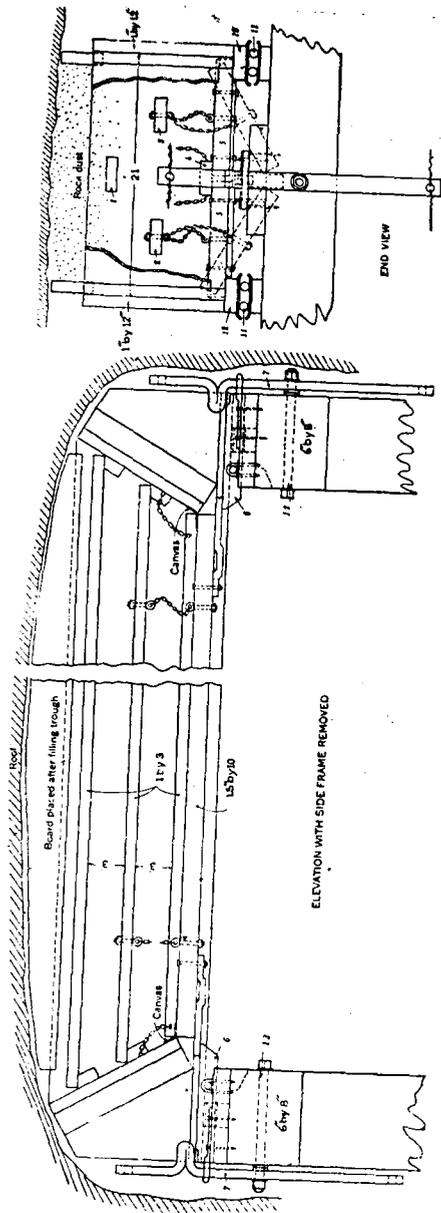
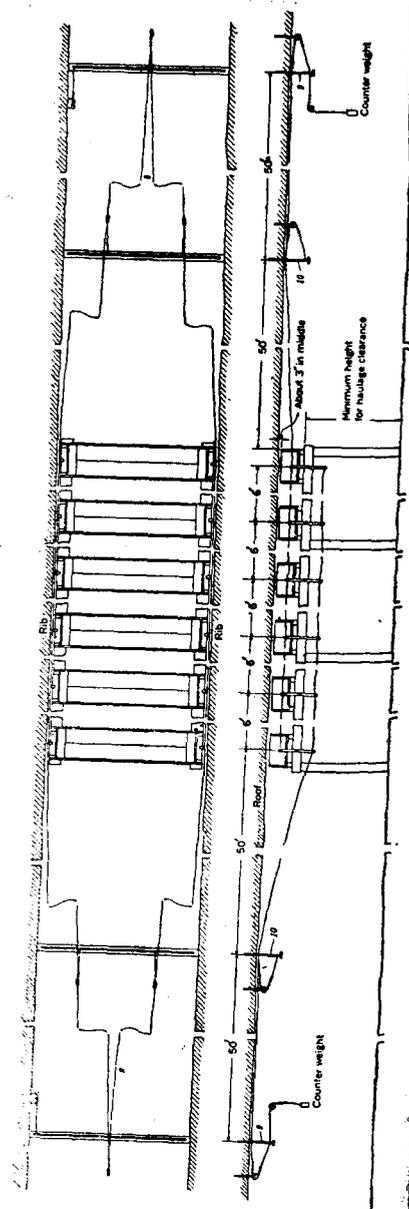


Fig 79 - Barrera de artesa



el proyectado por H. P. Greenvald, Assistant physicist del Bureau of Mines, que vamos a describir y que representamos en las figuras 79, que da un plano de la misma, y 80, que la representa instalada en una galería de mina.

Consiste, como se ve, en un conjunto de seis artesas, cada una de las cuales contiene en su interior, entre la masa de polvos que la ocupan, tres barrotes 1, 2 y 3 fijos, así como un corto listón 4, que puede caer una cierta altura y queda después sostenido por cadenas, a seis pulgadas por debajo de su primitiva posición. El fondo está constituido por dos tablas 5, las cuales por sus lados externos se hallan apoyadas sobre unos listones longitudinales 12 y por sus lados internos, que se hallan en contacto, están sostenidos por la combinación de las palancas 6 y 7 operadas por la acción, de los cuales ocho sujetos a los extremos superior e inferior de cada palanca 7 y que transmiten a ésta los movimientos de los mamparos 9 y 10. Dichas tablas de fondo, cuando caen por la acción de las palancas 6, toman primero la posición indicada de puntos en la figura y después quedan horizontales, suspendidas por las cadenas sujetas a 3 y 2. Cuando la onda inicial de una explosión de polvos llega al contacto con dichos mamparos, los separa de su posición de equilibrio y, por el intermedio de los cables y palancas, produce la caída de los fondos y por tanto de la carga de polvos que contiene cada artesa; la disposición de los listones 1, 2, 3 y 4 hace que dicha caída se haga fraccionadamente, en forma de cascadas, con lo cual se favorece la puesta en suspensión de los polvos. La disposición de los mamparos y palancas es tal, que la presión necesaria sobre los primeros, para que funcione la barrera, es la de 24 libras por pulgada cuadrada, que es la producida por una velocidad de corriente de aire de 102 pies por segundo; esta velocidad es, desde luego, menor que la menor observada en la explosión más ligera de las realizadas en la mina experimental y bastante mayor que la de una co-

riente de ventilación, lo que previene el funcionamiento a destiempo de la barrera. La carga de polvo de roca de una barrera de este tipo es de 4.000 libras.

En los ensayos realizados con esta barrera, la llama llegó a ella en 14 casos, quedando detenida en 11. El aparato se mostró muy eficaz para las explosiones de violencia reducida. En la figura 81 se ve una barrera de este tipo en

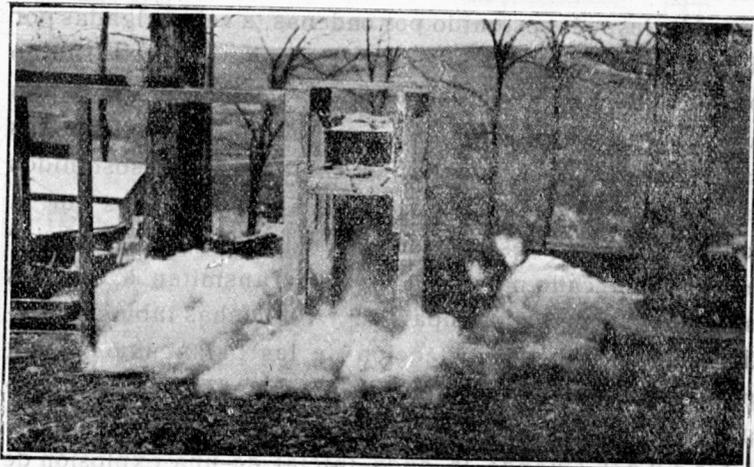


Fig. 81.—Descarga de una barrera de artesa en la superficie.

acción durante un ensayo de vaciado realizado en la superficie.

5.º *Puertas y tabiques protegidos.*—Al realizar el estudio de las barreras se pensó en que las puertas de ventilación, así como los tabiques empleados en ocasiones para encauzar la corriente de aire, podían desempeñar al mismo tiempo el efecto de barreras de detención.

Para ello se constituyó los tabiques por seis postes verticales en dos filas, entre los cuales se colocaban tablas espaciadas verticalmente un pie y que se cargaban con polvo de roca, recubriendo el conjunto del tabique, por sus dos frentes, mediante trozos de tela de saco. La explosión

destrozaba el tabique y, al hacerlo, producía la puesta en suspensión de las cargas de polvo. En los ensayos realizados, se vió que estos tabiques eran muy eficaces para la detención de explosiones.

En cuanto a las puertas de ventilación protegidas, consistían en puertas del tipo ordinario, pero más reducidas de dimensiones, que se rodeaban lateral y superiormente por compartimientos simplemente apoyados en la armazón de la puerta y que se llenaban de polvos inertes. Cuando la explosión tiraba la puerta, el polvo se ponía en suspensión, como lo mostraron los ensayos en los que el 75 por 100 de los casos fueron eficaces para la detención de una explosión.

Por todo lo que hemos dicho, y como resumen de los diversos estudios realizados en diversas naciones con las barreras de polvos, hemos de decir que las barreras Taffanel son muy eficaces cuando la explosión presenta alguna violencia, pero que, en cambio, actúan mal cuando se trata de explosiones débiles; tienen como mérito de importancia la sencillez, pero en cambio, presentan el inconveniente de estar los polvos al descubierto, y, por tanto, en peligro de mezclarse con polvos combustibles o de humedecerse y hacerse así inútiles, por no ponerse fácilmente en suspensión. El mismo inconveniente presentan los *hanging shelves*, si bien son más sensibles a las explosiones débiles.

En cuanto a las barreras de caja, su ventaja reside en la protección del polvo y en su sensibilidad a las explosiones débiles.

Las barreras concentradas y las de artesa (modelo americano) presentan las ventajas del accionamiento a distancia, que las hace muy aplicables a los casos de explosiones muy rápidas; la caída fraccionada de polvos, que hace que el vaciado se realice relativamente lento, y, por tanto, que la barrera sea eficaz en el caso de explosiones retardadas, y de su sensibilidad. Presenta, por el contrario, en el ma-

yor grado de todas ellas el inconveniente de la complicación.

Las conclusiones americanas se muestran favorables a estos tipos modernos, mientras que las francesas y alemanas son partidarias de las Taffanel y de las *hanging shelves*. Este asunto necesita aún la realización de numerosos ensayos para ser aclarado definitivamente. Sin embargo, lo que está fuera de duda es la eficacia de las barreras, sean del tipo que sean, si bien no se debe confiar sólo en ellas para la protección de una mina, sino que estas medidas deben ser el complemento de la neutralización generalizada:

(Continuará)

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles
durante el mes de marzo de 1930

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	383.755 (1)
Antracita.....	956
TOTAL.....	384.711

Coque..... 6.150 toneladas.
Aglomerados..... 8.173 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.180 (1)

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	2.112
Lignito.....	14.601
TOTAL.....	16.713

Producción de coque: 6.909 toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	35.701

(1) Cifras provisionales.

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	20.102
Antracita.....	12.537
TOTAL.....	32.639

Briquetas..... 8.387 toneladas.
Coque..... 3.967 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.199

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	72.712 (1)
Antracita.....	22.602 (1)
TOTAL.....	95.314

Aglomerados..... 19.367 toneladas.
Coque..... 1.307 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	16.740
Antracita.....	10.468
TOTAL.....	27.208

Aglomerados..... toneladas.

(1) Cifras provisionales.

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.131
Coque de gas.....	438 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	14.200
Aglomerados de hulla.....	8.284 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	7.466

Valencia

Coque metalúrgico..... 2.826 toneladas.

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 339 toneladas.

Vizcaya

Coque..... 32.341 toneladas.
 Aglomerados..... 3.545 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.699
Aglomerados.....	252
Coque de gas.....	39

Producción de combustibles durante los meses de enero a marzo de 1930

	Meses anteriores	Marzo	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	90.787	46.251 (1)	137.350
Hulla.....	1.055.958	601.021 (1)	1.601.280
Lignito.....	66.251	30.420 (1)	96.527
TOTAL.....	1.212.996	677.692 (1)	1.835.157
Coque metalúrgico.....	117.077	53.977	171.054
Aglomerados.....	113.202	48.347	161.549

Producción nacional de aceites combustibles (2)

Meses de enero a marzo de 1930:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Mes anterior	Febrero y marzo	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	381.202	612.937	994.139
Benzol 50 por 100 (medio)...	17.413	19.226	36.639
Solvent-nafta (pesado).....	43.280	123.128	166.408
Otros tipos.....	50.610	77.774	128.384
TOTAL.....	492.505	833.065	1.325.570
Aceites crudos (alquitranes)	3.031.636	5.564.081	8.595.717

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	501.243	896.069	1.397.312
Gasolinas y similares.....	46.662	85.362	132.024

(1) Cifras provisionales.

(2) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de marzo de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería.....	65.086
Badajoz.....	3.950
Coruña (Galicia).....	14.064
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	2.657
Granada-Málaga.....	39.106
Huelva.....	31.331
Jaén.....	1.100
Murcia.....	31.370
Oviedo.....	8.298
Santander.....	48.772
Sevilla.....	10.200
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	48.888
Vizcaya.....	204.934
Zaragoza.....	5.006
TOTAL.....	514.792
Meses anteriores.....	989.366
TOTAL A LA FECHA.....	1.504.158

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	128	»	»	»
Coruña.....	»	»	212.100	»	»
Guipúzcoa.....	796	2.369	»	»	»
Oviedo.....	8.985	12.235	»	»	»
Santander.....	4.164	4.833	»	»	»
Sevilla.....	»	»	»	»	»
Valencia.....	8.140	9.915	»	»	»
Vizcaya.....	36.265	55.217	»	»	»
TOTAL.....	58.350	84.697	212.100	»	»
Meses anteriores.....	114.248	151.571	1.352.000	»	»
T. A LA FECHA.....	172.598	236.268	1.564.100	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	939	»
Ciudad Real.....	390	»
Córdoba.....	110	208
Guipúzcoa.....	707	»
Murcia.....	5.548	»
Oviedo.....	»	679
Santander.....	5.276	»
TOTAL.....	12.970	887
Meses anteriores.....	19.762	1.784
TOTAL A LA FECHA.....	32.732	2.671

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	M E T A L			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	650.957	»
Huelva... 323.154	1.267.574	»	»	»	»
Murcia... »	»	»	»	»	»
Oviedo... »	»	85.894	52.358	»	»
Sevilla... 816	»	»	»	»	29.000
TOTAL..	323.970	1.267.574	85.894	703.315	29.000
Meses anteriores	621.155	2.163.444	70.853	1.098.495	105.000
T. FECHA.	945.125	3.431.018	156.747	1.801.810	134.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva.....	1.544
Oviedo.....	65
TOTAL.....	1.609
Meses anteriores.....	3.224
TOTAL A LA FECHA.....	4.833

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	<i>Toneladas</i>	<i>Toneladas</i>
Almería.....	5	»
Badajoz.....	355	»
Barcelona-Tarragona-Gerona ...	489	136
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	672	»
Córdoba.....	1.955	3.738
Granada-Málaga.....	99	1.614
Guipúzcoa.....	69	598
Jaén.....	6.498	1.089
Murcia.....	1.601	4.364
Santander.....	510	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL.....	12.253	11.539
Meses anteriores.....	23.745	21.412
TOTAL A LA FECHA.....	35.998	32.951

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Ha sido destinado a la Sección de Estudios Geológicos el Ayudante 1.º D. Pedro Alonso Higuera Rojas.

Han sido destinados a la Sección de Estudios Geológicos los Ingenieros 1.º y 3.º, respectivamente, D. Javier Bordiú y D. Rafael Velarde.

Se destina a la Sección de obreros mineros, fundidores y maquinistas de Bélmez al Ingeniero 2.º D. Antonio Carbonell y Trillo-Figueroa.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de abril de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras.

Concesiones mineras tituladas en el mes de abril de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Coruña.....	Montero.....	Virgen del Carmen...	Hierro....	20	D. Sergio Rivera Chao.
Idem.....	Lage.....	Sta. María de la Atalaya	Caolín....	20	• Enrique Ferreiro Pondal.
Idem.....	Noya.....	Nueva Curra.....	Wolfram..	12	• Ramón Gasset Neira.
Idem.....	Idem.....	Angeles.....	Idem.....	15	• José Ortiz Novo.
Lérida.....	Claverol.....	San Pablo.....	Carbón....	16	D. ^a Carmen Lascora Soso.
Murcia.....	Lorca.....	Santa Cruz de Amaro..	Azufre....	11	D. Andrés Carmona Agustín
Idem.....	Idem.....	Pertenencia 66.....	Idem.....	4	Minas y Refinerías de Azúfres
Idem.....	Murcia.....	Raimundo.....	Cobre.....	18	D. Francisco Zapata Pardo.
Idem.....	Idem.....	La Generosa.....	Idem.....	18	• Francisco Vera Vivancos.
Idem.....	Idem.....	La Gloriosa.....	Idem.....	32	Idem.
Idem.....	Abanilla.....	Josefa.....	Hierro....	15	D. Benito Marco Ayala.
Idem.....	Aguilas.....	Midas.....	Idem.....	28	Comp. ^a Minera Ibérica, S. A.
Idem.....	Idem.....	Olid 2. ^o	Idem.....	27	Idem.
Idem.....	Idem.....	El Trovador.....	Idem.....	6	D. Antonio Desmonts Martínez.
Idem.....	Idem.....	El Carmen.....	Idem.....	12	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	60	Idem.
Idem.....	Idem.....	Nuestra Juanita.....	Idem.....	92	• Bartolomé García Marqués
Idem.....	Mazarrón.....	Beatriz.....	Idem.....	9	• Francisco Martínez Conesa.
Idem.....	Idem.....	Josefina.....	Idem.....	12	• Humberto Mouche Canales.
Idem.....	Idem.....	San Humberto.....	Idem.....	14	Idem.
Idem.....	Pacheco.....	Florita.....	Idem.....	19	D. José Olmos López.
Idem.....	Mula.....	El Almendro.....	Lignito....	4	• Fulgencio Sánchez Rizo.
Navarra....	Baztán.....	Juanita.....	Hierro....	150	• Francisco Echevarría Goñi
Idem.....	Valle de Larraun	Juanita.....	Plomo....	20	• Jacinto Corral Salinas.
Pontevedra.	Agis y Temiño.....	Galleguita.....	Aluminio..	24	• Rafael Sáenz Díez Vázquez.
Idem.....	Cerdedo.....	Magdalena.....	Estaño....	20	• Joaquín Núñez Sastre.
Idem.....	Forcarey.....	Sofía.....	Idem.....	24	Idem.
Idem.....	Idem.....	Mercedes.....	Idem.....	86	Idem.
Idem.....	Idem.....	Nice.....	Idem.....	48	D. Jesús Cano Romero.
Idem.....	Idem.....	Providencia Segunda..	Idem.....	106	Idem.
Idem.....	Idem.....	Mercedes.....	Idem.....	80	D. Jesús Gil Hortelano.
Idem.....	Idem.....	Geraldine.....	Idem.....	225	• Joaquín Núñez Sastre.
Idem.....	Idem.....	Antonia.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	Juan.....	Idem.....	21	Idem.
Idem.....	Idem.....	María.....	Idem.....	103	Idem.
Idem.....	Lalín.....	Victoria.....	Idem.....	352	Idem.
Idem.....	Vigo.....	Amistad.....	Pirita arsenical.	6	D. Fabriciano Fernández Serra.
Sevilla.....	Lora del Río.....	Andalucía.....	Grafito....	80	Sdad. Española de Grafitos Refinados, S. A.
Idem.....	Villanueva y Alcolea del Río	Sevilla.....	Idem.....	40	Idem.
Idem.....	Puebla del Río.....	Mármol.....	Hierro....	15	Sdad. The Seville Sulphur and Copper C. L.
Idem.....	Alcolea del Río.....	Tres Amigos.....	Hulla.....	400	D. Antonio Ibarra Miró.
Idem.....	Villanueva del Río.....	Ampliación a Antoñito.	Idem.....	300	Idem.
Idem.....	Alanís.....	Sofía.....	Plomo....	131	D. José Roig Botey.

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación del catastro minero de las provincias de Coruña, Lérida, Murcia, Navarra, Pontevedra y Sevilla.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden que dispone rijan durante el mes actual los precios que se indican para los suministros de plomo en barras y elaborados y para las compras de plomo viejo. («Gaceta» del 1.)

Núm. 80.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España, S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer:

1.º Que para los suministros de plomo en barra y elaborados que se efectúen durante el próximo mes de abril rijan los precios que a continuación se indican:

Precios de venta del plomo en barra de primera.

Para suministros de 50 toneladas o más, 880 pesetas.

Para suministros de 10 toneladas o más sin llegar a 50 toneladas, 910 pesetas.

Para suministros de una tonelada o más sin llegar a 10 toneladas, 940 pesetas.

Precios de venta de barreta de segunda y tercera.

Para suministros de cualquier cuantía, salvo existencias:

Barretas de segunda clase, 750 pesetas.

Barretas de tercera clase, 660 pesetas.

Precios de venta de los tubos y planchas de dimensiones y formas corrientes.

Para suministros de tubos y planchas de nueve toneladas o más, 1.190 pesetas.

Para suministros de dos toneladas o más sin llegar a nueve en las poblaciones en que existan depósitos del Consorcio, 1.220 pesetas.

Para suministros de una tonelada o más sin llegar a nueve en las poblaciones donde no existan depósitos del Consorcio, 1.220 pesetas.

Precios de venta de los tubos y planchas de dimensiones y formas especiales.

Los precios citados, referentes a clases corrientes, se recargarán en 50 pesetas para los tubos de diámetro inferior a ocho milímetros o superior a 60 milímetros; 80 pesetas para las planchas de un milímetro de espesor o menos; 200 pesetas para los perfiles destinados a juntas de claraboya.

Estos recargos quedarán a beneficio de la entidad fabricante.

Precios de venta de los perdigones de clase corriente.

Para suministros de 2.000 kilogramos o más, 1.250 pesetas.

Para suministros de 750 kilogramos o más sin llegar a 2.000 kilogramos, 1.280 pesetas.

Para suministros de 250 kilogramos o más sin llegar a 750 kilogramos, 1.320 pesetas.

Perdigones endurecidos, balas y balines.

Para suministros de 750 kilogramos o más, 1.400 pesetas.

Para suministros de 250 kilogramos o más sin llegar a 750 kilogramos, 1.440 pesetas.

Perdigones endurecidos estañados.

Para suministros de 750 kilogramos o más, 1.480 pesetas.

Para suministros de 250 kilogramos o más sin llegar a 750 kilogramos, 1.520 pesetas.

Los recargos correspondientes a estas clases especiales sobre los precios de ventas de los perdigones de clase corriente quedarán a beneficio de la entidad fabricante.

Ventas al por menor.

Se considerarán como tales las de plomo en barra de primera en cantidad inferior a una tonelada; las de tubos y planchas en cantidad inferior a dos toneladas en las plazas donde hay depósito o una tonelada en las plazas donde no existe, y las de perdigones en cantidad inferior a 250 kilogramos. Para estas ventas al por menor se establecerá un aumento de cinco pesetas por cada 100 kilos sobre los precios máximos consignados.

2.º Que para la compra de las diversas clases de plomo viejo, exclusivamente reservada al Consorcio, rijan durante el próximo mes de abril los siguientes precios por tonelada métrica:

Clase A, 605 pesetas.

Clase B, 480 pesetas.

Clase C, 410 pesetas.

3.º Los precios de venta del plomo en barra y elaborado se entenderán para mercancía entregada en los depósitos del Consorcio.

Los precios de compra del plomo viejo se entenderán para mercancía puesta por cuenta del vendedor en los depósitos de las fábricas de fundición o elaboración, adheridas al Consorcio, de Barcelona, Bellmunt, Cartagena, Linares, Málaga, Madrid, Peñarroya, Rentería, Sevilla o Valencia.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 31 de marzo de 1930.—P. D., *Ormaechea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden número 82 que concede a la Compañía Mercantil Cementos y Cales Freixa, S. A., autorización para instalar en su fábrica de Monjos (Barcelona) un molino a bolas, sistema Krupp, de mofura de tierras y piedras calizas para fabricar portland artificial, con la condición expresa de que no podrá rebasar anualmente la producción de cemento portland artificial que dicha fábrica obtuvo en el año 1929. («Gaceta» del 4.)

Real orden derogando la de 18 de octubre de 1929, que dejó en suspenso en toda España la tramitación de las peticiones de registros mineros de estaño. («Gaceta» del 10.)

Núm. 87.

Ilmo. Sr.: Vista la Real orden de 18 de octubre último, que dispone quede en suspenso en toda España la tramitación de los registros mineros solicitados como de estaño, y que en las minas de cualquier otra substancia mineral que se otorguen a partir de aquella fecha se haga constar expresamente que su concesión no da derecho a explotar el estaño hasta que el Estado determine los terrenos que estime oportunos reservarse, dejando luego libre la explotación de dicho metal en las concesiones que queden fuera de aquellos terrenos:

Vista la Real orden de 28 de octubre del año último suspendiendo temporalmente el derecho de registro de minas de estaño en la zona de la provincia de Vizcaya comprendida dentro del perímetro que señala:

Vista la Real orden de 30 de noviembre de 1929, que suspende temporalmente el derecho de registro de minas de estaño en la zona de las provincias de Guipúzcoa, Santander y Asturias comprendida dentro del perímetro que señala:

Vista la Real orden de 12 de diciembre del mismo año, que suspende igualmente, con carácter temporal, el derecho de registro de minas de la misma substancia en la zona que designa dentro de las provincias de Pontevedra, Orense y La Coruña:

Vista la Real orden de 14 de enero del corriente año, que deja asimismo en suspenso, con igual carácter, el registro de minas de la indicada substancia en la zona que detalla de las provincias de Zamora, Salamanca y Cáceres:

Vista la Real orden de 26 del mismo mes del corriente año, que dicta normas para la tramitación de los registros mineros de terrenos en las provincias donde radican las zonas reservadas por las disposiciones antes citadas:

Considerando que si bien es innegable el interés que para la economía nacional hubiera tenido la explotación o beneficio, conjuntos y en gran escala, de los minerales de estaño, que motivó

la decisión adoptada, en orden a la suspensión temporal en toda España de la tramitación de registros mineros de esa substancia y la restricción impuesta a la concesión de las restantes en cuanto al derecho de explotación del estaño, así como la reserva en favor del Estado de determinadas zonas de terrenos en diversas provincias donde los estudios técnicos realizados así lo aconsejaron, no es menos cierto que, ampliados y detallados éstos con posterioridad en sus aspectos geológico, minero y químico, han permitido formular la conclusión de que en ninguna de dichas zonas poseen los minerales existentes; teniendo, además, en cuenta la forma de su yacimiento, suficiente ley media para fundamentar proyectos de explotaciones remuneradoras de carácter general, sin que ellos nieguen tampoco la posibilidad de que, mediante reconocimientos de detalle, pueda descubrirse la existencia de concentraciones de estos minerales que permitan su beneficio aislado y ventajoso, trabajos que, por su carácter más restringido, deben ser reservados a la iniciativa privada:

Considerando que tampoco existen razones sólidas que aconsejen la continuación por más tiempo de las prescripciones impuestas en el resto de la Nación al libre ejercicio de derechos reglamentarios en orden a la petición de registros y obtención de concesiones de minerales de estaño, conviniendo por el contrario que cuanto antes se restablezcan en toda su integridad los principios básicos de nuestra legislación minera,

S. M. el Rey (q. D. g.), a propuesta del Instituto Geológico y Minero de España y de acuerdo con el Consejo de Minería, ha tenido a bien disponer lo siguiente:

1.º Queda derogada la Real orden de 18 de octubre de 1929 que dejó en suspenso en toda España la tramitación de las peticiones de registros mineros de estaño y dispuso que en las concesiones de minas de otras substancias que en lo sucesivo se otorgaran se hiciera constar que no daba derecho a la explotación de minerales de estaño, ínterin el Estado no determinase los terrenos que tuviera a bien reservarse para su reconocimiento.

2.º Quedan igualmente derogadas las Reales órdenes de 28 de octubre, 30 de noviembre y 12 de diciembre de 1929, en su integridad, así como la de 14 de enero del corriente año, también en todas sus partes, y la de 28 del mismo mes, en sus apartados 3.º

y 4.º, por los que se establecen determinadas restricciones a la concesión de minas de substancias distintas del estaño en las provincias citadas en los Vistos de la presente, respecto a la prohibición de explotar esta última cuando las demarcaciones afecten a terrenos enclavados en las zonas reservadas.

En consecuencia, los Gobernadores civiles de toda España admitirán y substanciarán cuantas peticiones de registros de estaño sean formuladas, a partir de esta fecha, y continuarán la tramitación de los que en la actualidad estén en suspenso; quedando restablecida en todo su vigor la facultad que a los concesionarios de otra clase de substancias les conceden las disposiciones vigentes para explotar minerales de estaño, cualquiera que sea el emplazamiento de las respectivas demarcaciones.

Esta resolución deberá ser publicada en la *Gaceta de Madrid* y en los *Boletines Oficiales* de todas las provincias, para conocimiento general.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 7 de abril de 1930. — P. D., *Ormaechea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que dispone se haga extensiva a los Cuerpos de Ingenieros de Minas y de Montes y a los de Auxiliares de los mismos la parte preceptiva de la Real orden número 76 de 25 de marzo próximo pasado, relativa a ascensos y provisión de destinos. («Gaceta» del 15.)

Núm. 101.

Ilmo. Sr.: Concurriendo en los Cuerpos de Ingenieros de Minas y de Montes y en los Auxiliares de los mismos idénticas razones que las que dieron lugar a la Real orden de este Ministerio, número 76, de 25 de marzo próximo pasado, publicada en la *Gaceta* de 1.º de abril corriente,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que la parte preceptiva de la mencionada Real orden se haga extensiva a los Cuerpos de Ingenieros de Minas y de Montes y a los de Auxilia-

res de los mismos, quedando, por tanto, en vigor para la provisión de destinos la legislación vigente en 21 de septiembre de 1923.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 11 de abril de 1930. — *Matos*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real decreto desestimando los recursos de alzada interpuestos por D. Agustín Madariaga y D. Bernabé de Azpeitia, y confirmando en todas sus partes la providencia dictada por el Gobernador civil de Vizcaya, que declaró de necesidad la ocupación de los terrenos que intentó expropiar la Compañía anónima Vasconia, para la instalación de un tranvía aéreo y demás obras destinadas a su fábrica de Dos Caminos. («Gaceta» del 26.)

INDICE

Páginas

<i>Estudio sobre las explosiones de polvo de carbón y sobre los medios empleados para evitarlas y limitarlas, por el Ingeniero de Minas D. Luis Torón Villegas. (Memoria premiada en el concurso de 1929 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid.)</i>	301
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ESTADÍSTICA:

Avance de la producción de combustibles durante los meses de marzo de 1930.....	398
Producción de combustibles durante los meses de enero a marzo de 1930.....	401
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a marzo de 1930.....	401
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de febrero de 1930.....	402

SECCIÓN OFICIAL:

Personal.....	405
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de marzo de 1930.....	406

LEGISLACIÓN:

Ministerio de Fomento. — Real orden que dispone rijan durante el mes actual los precios que se indidan para el suministro de plomo en barra y elaborado y para las compras del plomo viejo.....	409
Real orden que concede a la Compañía Mercantil Cementos y Cales Freixa, S. A., autorización para instalar en su fábrica de Monjos (Barcelona) un molino a bolas, sistema Krupp, de moltura de tierras y	

pedras calizas para fabricar portland artificial, con la condición expresa de que no podrá rebasar anualmente la producción de cemento portland artificial que dicha fábrica obtuvo en el año 1929.....	411
Real orden derogando la de 18 de octubre de 1929, que dejó en suspenso en toda España la tramitación de las peticiones de registros mineros de estaño.....	412
Real orden que dispone se haga extensiva a los Cuerpos de Ingenieros de Minas y de Montes y a los de Auxiliares de los mismos la parte preceptiva de la Real orden número 76, de 25 de marzo próximo pasado, relativa a ascensos y provisión de destinos. .	414
Real decreto desestimando los recursos de alzada interpuestos por D. Agustín Madariaga y D. Bernabé de Azpeitia, y confirmando en todas sus partes la providencia dictada por el Gobernador civil de Vizcaya, que declaró de necesidad la ocupación de los terrenos que intentó expropiar la Compañía anónima Vasconia, para la instalación de un tranvía aéreo y demás obras destinadas a su fábrica de Dos Caminos.	415

Boletín Oficial de Minas, Metalurgia y Combustibles



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

ESTUDIO SOBRE LAS EXPLOSIONES DE
POLVO DE CARBON Y SOBRE LOS MEDIOS
EMPLEADOS PARA EVITARLAS
Y LIMITARLAS

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. LUIS TORÓN VILLEGAS

MEMORIA PREMIADA EN EL CONCURSO DE 1929 ENTRE INGENIEROS
DE MINAS DE LA ESCUELA DE MADRID

LEMA: Courrières.

(Conclusión.)

CAPITULO III

APLICACIÓN A LA PRÁCTICA DE LAS CONCLUSIONES
ESTABLECIDAS

En todo lo que precede nos hemos dedicado a exponer los trabajos de investigación referentes a las explosiones de polvos de carbón y las conclusiones teóricas y prácticas deducidas de ellos. En este capítulo, como su título indica, nos vamos a ocupar en hallar los medios prácticos de lucha contra dichas explosiones, deducidos de los estudios citados.

Para ello recordaremos que de todos los estudios se destaca, como conclusión predominante, que de todos los factores que intervienen en una explosión de polvos, hay unos cuya influencia es capital, mientras que otros no influyen

sino de modo muy reducido, pudiéndose prescindir de ellos en las condiciones de la práctica. Los factores de importancia son, como es bien sabido:

- 1.º La causa inicial de inflamación.
- 2.º El grado de pulverización de los polvos.
- 3.º La densidad de la nube de éstos.
- 4.º El grado de pureza del yacimiento.
- 5.º El contenido en materias volátiles del carbón.
- 6.º La proporción de agua contenida en los polvos.
- 7.º La proporción de grisú contenida en la atmósfera de la mina.

Desde luego se comprende que si queremos luchar con el peligro de los polvos, tenemos que orientar los trabajos hacia la consecución de aquellos valores de los factores expuestos que reducen lo más posible la explosibilidad de los yacimientos polvorientos.

Ahora bien; de estos factores, como se comprende sin dificultad, los hay que no son susceptibles de modificación práctica, siendo necesario aceptarlos tales como son en cada caso, mientras que otros son susceptibles de ser modificados convenientemente por la mano del hombre. Entre los primeros se hallan: el contenido en materias volátiles del carbón, el grado de pulverización de los polvos y el contenido en grisú de la atmósfera de la mina, si bien éste es modificable, en cierta medida, por los medios preconizados, y de todos conocidos para la lucha contra el grisú. Entre los factores modificables por la acción humana se colocan: la causa inicial de inflamación, la densidad del yacimiento, su grado de pureza y su grado de humedad. Por tanto, a la modificación de estos factores se deben dirigir todos los esfuerzos de los directores de las minas de hulla, en las que se ha de temer una explosión de polvos.

Para estudiar los medios modificativos de estos factores, consideraremos sucesivamente los tres casos que se pueden presentar en una mina, o sean:

- 1.º Inflamación inicial de una nube local de polvos.
- 2.º Propagación de una inflamación local a un yacimiento extenso.
- 3.º Generalización de la inflamación a toda la mina, o a toda una región de la misma.

Como ya hemos dicho, las medidas encaminadas a entorpecer cada uno de estos casos reciben el nombre de medidas de *primero*, *segundo* y *tercer orden*, respectivamente.

A.—Medidas de primer orden.

Para evitar una inflamación inicial de una nube local de polvos, o sea de una nube formada en un taller o frente de trabajo, precisa tomar una serie de medidas de diversa naturaleza.

Se actuará primero sobre la *causa inicial de inflamación*. Esta, como hemos dicho repetidamente, puede consistir en una inflamación de grisú, en el bocazo de un barreno y en la presencia de una llama desnuda o una chispa eléctrica, si bien esto necesita condiciones especiales.

Para actuar sobre la primera causa, bastará con tomar las disposiciones necesarias para mantener la atmósfera del taller libre de grisú, y en el caso en que esto sea imposible, a tomar las demás disposiciones, por todos conocidas, para evitar su inflamación (ventilación lo más activa posible, empleo de lámparas de seguridad, empleo de explosivos de seguridad, pega mediante detonadores de seguridad o eléctrica, precauciones en el empleo de aparatos y canalizaciones eléctricas, disciplina del personal en lo referente a fumar, etc.)

Para actuar sobre la posibilidad de inflamación por los explosivos, sólo se emplearán aquellos que estén expresamente reconocidos como seguros frente a los polvos de carbón, y éstos a cargas menores que las cargas límites de seguridad, pues es bien sabido que ningún explosivo se

puede considerar como de seguridad absoluta, sino sólo relativa y en tanto que no se rebasan las cargas límites. Además, aun con el empleo de dichos explosivos, los barrenos deberán estar colocados de manera lógica, evitando que alguno se halle situado de tal modo que, siéndole imposible realizar su efecto por no disponer de salida, *dé bocazo*, que es lo más peligroso; también se cuidará de que el agujero, antes de la carga, esté bien limpio de polvos de carbón, y se empleará un atacado perfecto, de bastante longitud y constituido por material inerte, de preferencia arcilloso, con exclusión absoluta de cualquier porción de polvos del mismo taller, aun cuando a los obreros les parezca que son polvos inertes. Una buena práctica es la de hacer, por un organismo especial, los tacos de arcilla y repartirlos hechos a los talleres. Otro medio de seguridad en el empleo de explosivos es el que ya hemos citado del atacado externo, cuya eficacia es máxima en el caso de que un barreno dé bocazo; pero si, en lugar de dar bocazo, produce la separación de una masa de roca, sin fraccionarla, los gases de la explosión se pondrán rápidamente en contacto con la atmósfera explosiva, sin estar suficientemente fríos, y aunque en menor grado que en el caso de un bocazo, serán también altamente peligrosos. Para salvar este peligro se introdujeron los cartuchos de seguridad, que hemos citado en uno de los primeros capítulos; al tratar de las investigaciones belgas, y en los cuales se trata de que la substancia explosiva se halle rodeada de un material extintor, con el fin de que los gases se pongan en contacto con el mismo, atravesándolo antes de ponerse en contacto con la atmósfera explosiva. Estos cartuchos se han mostrado muy eficaces en los experimentos de Frameries, y más aún que ellos, los fabricados de tal modo que se hallaban dentro de una especie de estuche de yeso mezclado con fluoruro cálcico. El empleo de estos cartuchos o de otros de índole similar se halla aprobado en diversas naciones europeas y entre ellas

España, cuya novísima modificación del Reglamento de Policía minera considera la posibilidad de su empleo.

Tomadas estas precauciones, se actuará también sobre las *características del yacimiento de polvos* existente en el taller considerado. Como ya hemos dicho, estas características son la densidad, el grado de pureza y el de humedad. Para modificar la densidad del yacimiento será preciso proceder a la recogida de polvos, operación difícil en un taller en el que existen mil rincones imposibles de limpiar convenientemente; por ello, habrá que prescindir de esta operación, limitándose si acaso, como se hace en muchas hulleras francesas, a limpiar de polvos el espacio del suelo del taller situado frente a la boca del barreno. La modificación del grado de pureza del yacimiento se conseguirá por la adición de polvos inertes, medida que ya sabemos es muy eficaz, pero que presenta el inconveniente de introducir, precisamente en el lugar en el que se arranca el carbón, un material estéril que se mezclará con él, principalmente con los menudos, impurificándolos de manera a veces irremediable; por ello, la esquistificación de los talleres es medida poco empleada. Queda, por último, el obrar sobre el grado de humedad del yacimiento, ya que sabemos que si éste contiene una proporción conveniente de agua, su inflamación es imposible; como, por otra parte, el riego no introduce en el taller material alguno que impurifique los productos arrancados, se deduce que es el medio más conveniente para actuar sobre las características del yacimiento. Claro está que su aplicación es mucho más cara que la de la esquistificación, no sólo por los gastos de primer establecimiento de tuberías y pulverizadores, sino también porque la evaporación del agua obliga a una labor constante de humedecimiento. Sin embargo, se puede emplear la práctica seguida en muchas hulleras, en las cuales se riega antes de la pega exclusivamente, si bien esta práctica deja libres de actuar a los medios de inflamación distintos de los barrenos.

Por el empleo acumulado de todas las medidas que acabamos de indicar o, si esto no es posible, de la mayor cantidad posible de ellas, se evitará casi por completo el riesgo de una inflamación inicial de carácter local. Sin embargo, y como hemos dicho en otro lugar, estas medidas no bastan para lograr la seguridad, pues aunque se hayan tomado todas, o casi todas, pueden fallar por alguna causa accidental, no por poco probable imposible. Por ello, precisa aplicar también las medidas de los otros órdenes.

B.—Medidas de segundo orden.

En estas medidas, como en las del grupo anterior, se podrá actuar sobre los diversos factores cuya modificación está al alcance de la mano del hombre. o sean la causa de inflamación, la densidad del yacimiento, su naturaleza y su grado de humedad. El primer factor, o sea la causa de inflamación, no pertenece a los factores modificables en este grupo, ya que en éste se trata de evitar la propagación de explosiones ya originadas; tendremos, por lo tanto, que considerar solamente los medios de actuar sobre las características del yacimiento.

Para darnos una idea de la importancia de los yacimientos de polvos que se pueden presentar en una mina, estudiaremos brevemente la génesis de los mismos. Dos son las causas principales que intervienen en la formación de los yacimientos de polvos en las galerías y demás trabajos de una mina; éstas son el depósito de los polvos arrastrados por las corrientes de ventilación y depositados en los lugares en los que una disminución de velocidad impida que sigan en suspensión, y el reparto de polvos que realizan en las galerías de transporte los vagones que no sean de fondo perfectamente estanco.

Para examinar la importancia de estas dos causas las consideraremos separadamente. Así, la corriente de venti-

lación que entra en la mina puede llevar en suspensión una pequeña proporción de polvos procedentes de los talleres de clasificación si éstos se hallan situados en las proximidades de la boca de aquél; esta proporción puede variar entre uno y diez centigramos de polvos por metro cúbico de aire; al descender por el pozo esta corriente, se encontrará con las jaulas cargadas de vagones llenos, y de la superficie de éstos, merced a la velocidad acumulada de la corriente de aire y de la de ascensión de la jaula, arrastrará una cierta proporción de polvos que, en cantidad variable entre uno y diez centigramos, vendrá a sumarse con la que ya contenía dicho aire, que, por tanto, llegará a la base del pozo con una cantidad máxima de polvos de 20 centigramos por metro cúbico; como a partir del pozo el aire se dirige a los trabajos, siguiendo en general las galerías generales de transporte, arrastrará de la superficie de los vagones que circulen, análogamente a lo realizado en el pozo, una nueva proporción de polvos, la cual aumentará de nuevo al pasar la corriente de ventilación por los frentes de trabajo, en los que se cargará con dos a tres decigramos de polvos por metro cúbico. Se ve, pues, que la atmósfera de la mina se habrá cargado, por todas las acumulaciones descritas, con cerca de medio gramo por metro cúbico. Ahora bien; se comprueba fácilmente que el aire que sale de la mina llega al ventilador prácticamente desprovisto de polvos, lo que indica que todos los que se hallaban en suspensión en él, constituyendo una nube de cierta densidad, se han tenido que depositar en el interior de la mina, lo que se habrá realizado en aquellos lugares en los que, por aumentar la sección de las galerías, habrá disminuído la velocidad de la corriente. Se ve así que cada metro cúbico de aire que entra en la mina producirá el depósito, en diversos lugares de la misma, de medio gramo de polvos, y, por tanto, si consideramos una mina de importancia en la que la corriente de ventilación sea del orden de los 35 a 40 metros cúbicos por

segundo, se habrán introducido en la misma, cada veinticuatro horas, de 1,5 a 1,7 toneladas de polvos finos, que se habrán repartido por diversas regiones de las galerías.

En cuanto a la causa de formación que reside en los vagones de mina, éstos pueden tener en su fondo, o cerca de éste, orificios y grietas por los cuales se irá repartiendo, de una manera casi continua, el polvo que contenga el carbón en ellos transportado; además, en los tipos de vagones en los cuales los topes tengan su superficie superior horizontal, se podrá acumular sobre esta superficie, durante la carga de los vagones, una cierta proporción de polvos, que se irán repartiendo después durante el recorrido a medida que las vibraciones inevitables del vagón vayan produciendo su caída. Como dato interesante que confirma esta acción de los topes, diremos que en una hullera francesa se ha comprobado que cada vagón repartía, en su viaje de los talleres al pozo, 300 gramos de polvo depositado en los topes. Si suponemos una mina que produzca 700 toneladas diarias y que las transporte empleando vagones de 700 litros (tipo corriente en muchas minas españolas), la cantidad de polvo esparcido por los topes de estos vagones en la jornada de trabajo será de 300 kilogramos. Acumulando las dos causas, se ve que el depósito de polvos aumentará en una cifra diaria del orden de las dos toneladas.

Una vez así explicada la posibilidad de formación de los yacimientos de polvos, en lo cual, además, intervienen otras causas de menor importancia (como son las caídas de polvos de las paredes de las galerías en carbón, si éste es frágil, el polvo arrastrado por la corriente de ventilación al producirse hundimientos y en las descargas de las chimeneas, etc.), pasaremos a exponer los medios de hacer inofensivos dichos yacimientos, impidiendo que sean aptos a la propagación o, como se dice en la técnica minera, los medios de *neutralización* de los yacimientos.

Según ya hemos dicho, se podrá actuar sobre la densi-

dad, la composición y el grado de humedad de los yacimientos, y de aquí se deducen los tres métodos que se pueden aplicar y cuyos objetos respectivos serán: reducir la densidad de los yacimientos, por recogida de los polvos en su totalidad o en parte (desempolvado); su mezcla con otros polvos no combustibles, para modificar su composición (esquistificación), y, por último, su riego, para aumentar la proporción de humedad en ellos contenida. Examinemos cada una de estas operaciones:

1.º *Desempolvado*.—Desde luego, como se comprende en seguida, esta operación, de poder ser realizada por completo, sería la más radical de todas, ya que haría desaparecer la causa de todo peligro. Sin embargo, esto no es posible, y las condiciones de la mina no permiten, en la mayoría de los casos, no sólo suprimir los polvos en absoluto, sino ni aun rebajar su cantidad para hacer el yacimiento inapto a la propagación. Por ello, no se puede considerar el desempolvado como una medida única y completamente eficaz, sino como una medida de eficacia parcial, que sólo se podrá realizar en unión de la esquistificación y el riego para tener todas las garantías de éxito.

Para realizarlo se va recogiendo con palas, por un equipo especialmente destinado a esta labor, el cual va procediendo en el mismo sentido que la corriente de aire con el fin de que ésta no lleve a la parte ya desempolvada los polvos ligeros, que inevitablemente se ponen en suspensión en el aire y son arrastrados por éste. Si se quisiera que la limpieza fuese completa sería preciso emplear los mismos métodos que se han empleado en la limpieza de las galerías de ensayos, es decir, soplar, mediante un tubo de aire comprimido, el polvo depositado en todos los diversos rincones de galerías, pozos y talleres, con el fin de que vaya siendo arrastrado por las corrientes de ventilación. Esta operación, lenta y enojosa, es muy difícil que dé resultados positivos y su coste es bastante elevado.

2.º *Esquistificación.*—Esta operación tiene por objeto, como ya hemos dicho, modificar la composición del yacimiento de polvos con el fin de hacerlos inaptos para la propagación. Ello es debido a la triple acción de los polvos inertes, que, por una parte, hacen incompleta la puesta en suspensión de los polvos, por otra bajan la temperatura de combustión de la mezcla y, por último, al aumentar la opacidad de la nube formada, entorpecen los cambios de calor entre la llama y el medio que la rodea. Aunque ya hemos hablado en detalle de los resultados de la esquistificación, es conveniente dar unas cifras indicadoras de las proporciones de polvo inerte necesarias para convertir a los yacimientos en inaptos para la propagación; estas proporciones se expresan en el siguiente cuadro:

Proporciones de polvos inertes que hacen inaptas para la propagación las mezclas con polvos de carbón.

Proporción en materias volátiles del carbón.	Proporción de estéril necesaria para alcanzar el límite.	
	Número 1.	Número 2.
15 a 20 por 100	45 a 50 por 100	60 a 65 por 100
20 a 25 —	50 a 60 —	65 a 70 —
25 a 30 —	55 a 60 —	} 70 a 75 —
Más de 30 —	60 a 65 —	

Si la proporción de polvos finos en el yacimiento que se ha supuesto para establecer este cuadro, que era de 500 gramos por metro cúbico de galería, bajase a sólo 200 gramos, las cifras dadas deberán ser reducidas en 10 unidades.

No debe perderse de vista, al tratar de estas cifras, que en pocas ocasiones será preciso añadir tales cantidades de polvos inertes, porque los yacimientos de polvos carbonosos se hallan ya, en la generalidad de los casos, mezclados

con polvos inertes en mayor o menor proporción. Estos polvos inertes proceden de la desagregación de las partes en estéril de las galerías, de las reparaciones de las mismas (*estajas, franqueos, rebajes de vía*, etc.), del transporte de los rellenos y de los escombros de los trabajos preparatorios en roca, etc. Debido a ello, en muchos casos los yacimientos de polvos de las galerías contienen cerca del 40 por 100 de cenizas, lo que reduce, por lo tanto, considerablemente la cantidad de polvo inerte a añadir.

Para determinar esta cantidad, y con el fin de no añadir un exceso inútil y costoso, conviene realizar, de tiempo en tiempo, ensayos de los diversos trozos de un yacimiento de polvos, siguiendo los métodos que explicaremos al final de este capítulo, con el fin de determinar sus condiciones y sus aptitudes para la inflamación.

3.º *Riego*—La adición de agua en una cierta proporción a los yacimientos de polvos puede, como ya sabemos, ser eficaz para hacerlos inaptos para la propagación de una explosión. Ya hemos visto que en la fórmula de Taffanel, para determinar empíricamente el grado de aptitud de un yacimiento, consideraba la posibilidad de que el coeficiente *a*, relativo al riego, pudiese admitir dos valores diferentes, según el grado de mezcla del agua y los polvos; sin embargo, las condiciones de la mina hacen difícil el empleo de otro medio de riego que el superficial, que corresponde al valor 30 del coeficiente en cuestión.

Si a un yacimiento de polvos que contengan de 25 a 35 por 100 de materias volátiles se le añade su peso de agua por riego superficial, se alcanzarán los límites de aptitud establecidos en Lievin, de tal modo que se tendrá el límite 1 cuando el yacimiento tenga de 20 a 25 por 100 de cenizas y el 2 cuando la proporción de cenizas sea de 40 a 50 por 100.

Si comparamos el riego con la esquistificación, veremos que ésta produce una inmunización que, aunque eficaz, es menos completa que la producida por el riego, debido a la

diversidad de acción de cada uno de los dos métodos. Se comprende esto con toda facilidad si se piensa que la esquistificación actúa reduciendo la temperatura de combustión y la velocidad de propagación de la llama, pero sin impedir la puesta en suspensión de los polvos, por lo cual puede suceder algún caso excepcional que origine la inflamación de los polvos, aunque esta inflamación se amortiguará rápidamente. En el caso del riego, por el contrario, el agua no ejerce el solo efecto de enfriamiento de la llama, sino que también impide la puesta en suspensión de los polvos que se hallan aglomerados por su acción; por tanto, en este caso las probabilidades de que una causa accidental pueda inflamar los polvos es remotísima.

Sin embargo, frente a dicha ventaja presenta el riego tres desventajas importantes: una de ellas reside en el coste de una instalación extensísima de tuberías para realizar el riego en todos los lugares de la mina; otra en la dificultad de combatir por medio de él los polvos de las paredes que, por ser muy finos y, en general, más puros, son los más peligrosos; por último, si se emplea el riego será preciso mantener siempre los polvos en un grado análogo de humedad, lo que no es fácil de conseguir, sobre todo si los trabajos están recorridos, como es lo común, por una corriente intensa de ventilación. En este caso, si por cualquier causa se reduce la proporción de agua existente en el yacimiento, el método perderá *de un solo golpe* toda su eficacia. Buen ejemplo de ello es la catástrofe de Reden, que ocurrió en un lunes, después de la parada del domingo, en la cual se suspendió el riego, y que ocasionó 150 víctimas.

Como resumen de cuanto hemos dicho acerca de la esquistificación y del riego, medidas comprendidas ambas en el título general de neutralización, es preciso que hagamos notar que para que estos métodos sean eficaces es preciso que su aplicación se lleve a cabo en toda la extensión de la mina o cuartel peligroso, puesto que, realizadas en zonas

parciales, su eficacia puede considerarse como nula, ya que en las zonas en las cuales no se aplique se podrá originar una explosión que llegue a la zona neutralizada con violencia suficiente para atravesarla, a menos de que en ella el grado de neutralización sea de un valor elevadísimo e inalcanzable en la práctica. Por ello, las medidas de segundo orden deben constituirse por la llamada *neutralización generalizada*, acerca de cuya realización práctica hablaremos más adelante.

C.—Medidas de tercer orden.

Como los métodos de neutralización generalizada, aunque eficaces y seguros para la detención de una explosión, impidiendo su propagación, pueden fallar en alguna ocasión por descuido, por defecto o por alguna causa excepcional, dejando pasar la llama y originando así lo que hemos llamado una explosión generalizada, es preciso disponer de un grado mayor de seguridad, exigido por la necesidad de poner en salvaguardia las numerosas vidas de los que trabajen en una mina. A ello responden medidas de tercer orden, destinadas a detener en último término una explosión que no se hubiera podido detener por ninguna de las medidas ya estudiadas. Deberán ser, pues, estas medidas muy enérgicas, ya que en ellas reside la última esperanza de salvación de vidas; sin embargo, no se debe fundar toda la confianza en ellas, descuidando las medidas de primero y segundo orden, ya que el ideal es evitar una explosión y no disminuir su violencia y recorrido, que es lo que se logra con las medidas de tercer orden y, además, porque la detención y extinción de una explosión generalizada constituye, como hemos dicho repetidas veces, el problema más serio que se presenta en la lucha contra los polvos de carbón, mientras que la evitación de la inflamación o de la propagación son operaciones mucho más fáciles de conseguir.



Como medidas de tercer orden debemos considerar sucesivamente: las zonas de detención, los medios de amortiguamiento de la explosión por disposiciones de las galerías y las barreras de detención, que constituyen el verdadero método de extinción eficaz de una explosión generalizada.

1.º *Zonas de detención.*—Se ha tratado de emplear zonas en las cuales la neutralización había alcanzado un valor muy elevado para detener una explosión de carácter generalizado. Para ello se han hecho ensayos con zonas de riego, en las cuales la proporción de agua era cuatro veces la del polvo de carbón, y con zonas esquistificadas, con una proporción muy elevada de estériles. Sin embargo, los resultados obtenidos en diversas estaciones de ensayos y principalmente en las de Lievin y Bruceton, han mostrado que estas zonas, como ya hemos dicho en otro lugar, no son eficaces si la explosión alcanzara la violencia que alcanzaría si hubiese ya recorrido un cuartel de la mina.

Este fracaso de las zonas de detención es debido, entre otras razones, a las siguientes:

Cuando se trata de una zona regada, la violencia de la onda inicial de aire lanza sobre ella polvos procedentes de zonas anteriores no regadas; por ello, aunque los polvos de la zona de detención estén aglomerados en forma de lodo por el agua del riego, los polvos combustibles llevados sobre este lodo sirven para alimentar la combustión de la llama por encima de la zona regada, y aunque la vaporización del agua de riego produce un cierto enfriamiento que originaría su extinción, sería preciso para ello que la zona de detención fuese de unas dimensiones realmente extraordinarias. es decir, que nos acercáramos a un caso de neutralización generalizada.

Si se tratase de una zona esquistificada, la onda inicial lanzaría también sobre ella los polvos procedentes de las zonas anteriores; pero aquí, diferentemente de lo que sucede en el caso anterior, dicha onda produciría su mezcla con

los polvos ininflamables, llegando a rebajar de tal modo su proporción de estéril que desaparecerá la eficacia de la zona, a menos también de hacerla de una extensión considerable, con lo que, también en este caso, nos aproximaríamos a la neutralización generalizada.

Se ve, por lo tanto, que no hay que contar con la eficacia de estas zonas de detención, a menos de darles una extensión que las hace, dada la elevada proporción de materia neutralizante, prácticamente irrealizables.

2.º *Medios que tiendan a amortiguar la violencia de la explosión.*—Como hemos expuesto en otro lugar, las variaciones bruscas de dirección de las galerías y sus estrechamientos y ensanchamientos influyen poderosamente en la violencia de una explosión. Los ensayos de Comentry, primero, y los de Bruceton, después, han mostrado que una explosión forzada a recorrer una galería en la cual había varios codos bruscos, disminuía rápidamente de violencia y terminaba por extinguirse, aunque en la galería en cuestión no se hubiese practicado neutralización de ninguna clase.

Estos resultados muestran la posibilidad de luchar contra la propagación de las explosiones mediante la disposición tortuosa de las galerías; pero, desgraciadamente y como se comprende, la aplicación de esta medida no es fácil de realizar, puesto que para ello sería preciso supeditar las necesidades de la explotación en muchos casos a la lucha contra los polvos, haciendo intencionadamente galerías con codos bruscos, que no son admisibles en los casos en que por ellas se haya de establecer un servicio intenso de transporte. Además, como ya dijimos en otro lugar al tratar del mismo asunto que nos ocupa, lo que sería bueno para luchar con los polvos de carbón sería malo para luchar contra el grisú, ya que galerías tortuosas presentan un serio obstáculo a la buena circulación de las corrientes de aire, destinadas a ventilar las labores en que puede acu-

mularse este gas, y dar lugar, por su inflamación, a una causa inicial de inflamación de polvos. Por ello, esta medida no es aplicable en un sentido general; pero, en cambio, si por alguna de las circunstancias de la explotación se encontrasen en una mina galerías de esta índole. será conveniente tener en cuenta sus facultades amortiguadoras.

3.º *Barreras de detención.*— En capítulos anteriores hemos hablado de los ensayos realizados en diversas naciones con las barreras de detención, tanto de polvos como de agua, si bien las primeras han sido siempre las preferidas. También hemos hecho una ligera descripción de diversos tipos, exponiendo sus ventajas e inconvenientes relativos. Por habernos ocupado con tanto detalle de este asunto, nos creemos dispensados de tratar de él en este lugar de manera extensa y nos limitaremos a exponer que, en la hora actual, constituyen el medio más eficaz para la detención de una explosión en curso de generalización. Ahora bien; repitiendo lo dicho ya al hablar de las conclusiones establecidas en Alemania, debemos hacer constar que, aunque muy eficaces, la seguridad que dan las barreras no es absoluta, pudiendo fallar en algunas ocasiones, si bien en estos casos la explosión, aunque no se extinga, quedará muy amortiguada. Por ello, lo más práctico será el empleo conjuntamente de las barreras y de las zonas de detención que, tratándose de explosiones amortiguadas como las que atraviesan las barreras, aunque éstas no las extingan, son verdaderamente eficaces. También puede emplearse la combinación de las barreras con los métodos de neutralización generalizada, acumulando así el máximo de probabilidades para detener una explosión aun en el caso de que se hubiera podido iniciar y propagar.

D. — Medios prácticos para la aplicación de las medidas expuestas.

Como acabamos de ver, los métodos de neutralización, sea parcial, sea generalizada, comportan el empleo del agua o de los polvos inertes, como materiales neutralizantes, y por ello debemos decir unas palabras acerca de los medios de aplicación de estos elementos.

1.º *Riego.*—El riego de los talleres y galerías con vistas a la neutralización de los polvos de carbón puede realizarse, si se trata de pequeñas extensiones, a mano mediante cubos; pero este medio es poco práctico y rápido y, además, con su empleo no se puede lograr fácilmente la repartición uniforme del agua; además, habrá lugares a los que no se logrará llevar agua si se la reparte a mano. Por ello, lo más práctico y, además, lo más útil es el riego mediante agua a presión, conducida por una canalización instalada a lo largo de todos los trabajos, en el caso en que las labores estén dispuestas de tal modo que sea posible llegar a ellas por una galería superior, situada a alguna altura sobre los tajos de arranque (como sucede en las minas que explotan capas estrechas, verticales o muy inclinadas), y si la cantidad de agua a emplear no es muy considerable, se puede evitar la instalación de tuberías generales mediante vagones tanques especiales de una capacidad de un metro cúbico, y que se llevan por la galería superior, introduciendo por los pozos de ventilación una manguera larga que lleve el agua hasta los tajos y permita el riego de los mismos. Sin embargo, este método, si bien es económico en lo que se refiere a gastos de primer establecimiento, será, por el contrario, caro en mano de obra, ya que será preciso disponer de varios equipos destinados a la circulación de los vagones tanques y a la introducción por los pozos de las mangueras de riego.

Cualquiera que sea el método que se emplee, el riego

debe ser intenso, prolongándose el tiempo necesario para que los polvos de la región regada contengan, por lo menos, un 30 por 100 de agua.

El riego, además de su empleo en los talleres para impedir la inflamación, debe ser empleado en el desempolvado de las galerías, con el fin de aglomerar en una cierta proporción los polvos, facilitando su recogida y evitando que las porciones más ligeras sean arrastradas por la corriente de ventilación. En estos casos siempre debe realizarse con la lanza terminal de las mangueras, con el fin de producir un chorro largo e intenso que alcance a los polvos, aunque se hallen en los rincones de las galerías y los haga caer una vez mojados, al suelo.

2.º *Desempolvado.*—La realización del desempolvado es operación que no presenta complicación alguna, bastando con tener en cuenta las precauciones que hemos indicado más arriba, acerca de la conveniencia de operar en el mismo sentido que la corriente de aire para que ésta no lleve a la parte ya desempolvada los polvos ligeros puestos en suspensión, y la de practicar, antes de proceder al desempolvado, un riego que aglomere en una cierta proporción los polvos, facilitando su recogida. En el desempolvado hay que tener en cuenta que la mayor parte de los polvos recogidos son aprovechables por la elevada proporción de carbón que contienen, y que permite, bien su empleo directo, bien su paso por una instalación de lavado para obtener una calidad comercial. Este aprovechamiento de los polvos compensa en parte los gastos de desempolvado, según veremos en los siguientes capítulos.

3.º *Esquistificación.*—Para realizar esta operación, que es la más importante de todas las de neutralización, precisa ante todo disponer de los polvos inertes, por cuya razón debemos, antes de pasar a la explicación de los métodos de realizarla, decir algunas palabras acerca de la producción de los polvos inertes necesarios.

Los polvos empleados para la esquistificación deben responder a ciertas especificaciones oficiales, establecidas en los reglamentos correspondientes y que suelen ser diferentes en cada país, según las ideas que han presidido a su establecimiento y según la clase de material empleado. En un capítulo siguiente nos hemos de ocupar de los que en este punto ordena el Reglamento de Policía Minera español, con sus modificaciones recientes, y por ello, y como estas especificaciones son las que nos interesan a nosotros, no nos ocuparemos de lo ordenado en otros reglamentos extranjeros. Desde luego podemos decir que en todos ellos se fija un grado mínimo de división de los materiales inertes, así como un límite máximo del contenido en materias combustibles, y algunas consideraciones prohibitivas acerca de la clase de ciertos materiales cuyo polvo puede ser perjudicial a la salud de los obreros.

Los productos empleados en la esquistificación pueden ser de diversas clases: unos estarán ya pulverizados en su estado natural, como son las cenizas y polvos de las galerías de humos de calderas y hornos; otros serán de naturaleza tan desmenuzable que, esparcidos en trozos pequeños en las galerías, la circulación sobre ellos los reducirá rápidamente a un polvo fino; otros, en fin, serán resistentes y se estará obligado a pulverizarlos antes de su empleo. Podemos, pues, clasificar las materias en cuestión como sigue:

1.º En estado pulverulento natural:

Cenizas de calderas y hornos.

2.º En trozos fácilmente desmenuzables:

Arcilla.

Creta suave.

3.º En trozos difícilmente desmenuzables:

Pizarras poco carbonosas.

Caliza.

Creta dura.

Según que el material que se quiera emplear pertenezca a uno de los tres grupos expuestos, las operaciones a realizar con él serán diferentes. Sin embargo, en muchos casos se dispondrá de materiales de diversas clases, y entonces será preciso disponer de una instalación, en la cual, además de pulverizar los que no se hallen en forma de polvos, se puedan mezclar dos o varios de ellos si se quiere obtener un polvo de naturaleza y composición uniforme.

Si los elementos a pulverizar pertenecen al segundo grupo, sólo será preciso el empleo de un molino de martillos o un desintegrador de los tipos por todos conocidos; pero si los materiales pertenecen al tercer grupo, es decir, son difícilmente desmenuzables, será preciso, además de emplear un molino de dicho tipo para el pulverizado final, utilizar un triturador de uno de los tipos comunes para machacar piedra, con el fin de reducir el material a trozos de tamaño reducido que sean fácilmente tratables en el pulverizador final. Una vez pasado por los aparatos de pulverización, habrá que hacerlo pasar por una criba especial, del tipo de vibroclasificador, o por un dispositivo de clasificación neumática, para recoger las porciones finas, que cumplan las condiciones oficiales, y hacer pasar de nuevo las partículas gruesas a través del pulverizador; por último, si se emplean diversas clases de materiales (por ejemplo, polvos de calderas y caliza machacada), será preciso disponer también de un mezclador para que la calidad del producto final sea uniforme. Acerca de esta instalación daremos algunos detalles en los capítulos siguientes, al hablar de la aplicación a minas españolas.

Obtenidos los polvos a emplear, se estará en condiciones de practicar la esquistificación. Para ello, se pueden seguir diversos métodos, que agruparemos en tres secciones:

- 1.º Distribución a mano.
- 2.º Distribución por la corriente de ventilación.

3.º Distribución mecánica.

Para realizar la *distribución a mano* se hace recorrer a un vagón cargado con el polvo estéril la galería o galerías a esquistificar, llevado por dos hombres que, después de recorrer varios metros, paran, y tomando con palas una porción de polvo, lo esparcen por un movimiento violento y circular sobre el suelo y paredes de la galería; el número de paradas y las paladas repartidas en cada una dependen de la cantidad de polvo estéril que tengan la orden de repartir en una longitud dada de galería. Este procedimiento, cuando se trata de pequeñas extensiones, es muy aceptable, con tal de que los obreros hayan adquirido suficiente práctica; pero si se trata de grandes extensiones de galería, da origen, por su inevitable lentitud, a la necesidad de emplear numerosos equipos, lo que encarece considerablemente la operación. Para evitar esto, se han propuesto diversos métodos de repartición, sea mediante la corriente de aire, sea por una acción mecánica.

Para efectuar la *repartición por medio de la corriente de aire* de ventilación se han propuesto diversos medios que, aunque en principio parecían aceptables, no han dado en la práctica los resultados que de ellos se esperaban; entre estos citaremos: la distribución lanzando paletadas de polvo en la corriente, a través de la compuerta reguladora de entrada, o también a través de pequeñas ventanillas, practicadas en algunas de las puertas de ventilación instaladas en la mina; pero se ha visto que, aunque el polvo se ponía así fácilmente en suspensión en el aire, éste lo transportaba sólo a distancias reducidas, acumulándolo en ciertos lugares y dejando, en cambio, otros con menor proporción de la necesaria, ya que sólo se observaba una ligera capa de polvo estéril recubriendo el polvo combustible. Por ello, estos métodos, ensayados principalmente en Inglaterra, han sido abandonados después de numerosas pruebas.

La repartición mecánica presenta en cambio mayores

probabilidades de éxito; consiste, en líneas generales, en poner en suspensión en el aire, pero de una manera mecánica, la cantidad de polvos deseada. Para ello, en unos métodos se emplean unos eyectores de aire comprimido, que se conectan a tomas espaciadas uniformemente en la tubería de dicho aire y que aspiran de un vagón cargado de polvo una cierta cantidad de éste, lanzándole en forma de esta nube por el otro extremo; en ensayos realizados en Inglaterra, con métodos de esta índole, se ha observado que la nube de polvos quedaba aún en suspensión en el aire después de haber recorrido tres cuartos de milla. Otros métodos, que parecen ser a la hora actual los más eficaces, son los portátiles, entre los cuales, uno digno de mención especial es el de Oldham, que consiste, en líneas generales, en un vagón, cuya caja tiene la forma de una tolva, por cuya salida se va produciendo la caída de una porción regulada de polvo, distribuido por un pequeño eje con paletas, accionado por las mismas ruedas del vagón; dicho polvo cae así por un orificio a la tubería de impulsión de un ventilador portátil, montado en el mismo vagón y accionado, bien por las mismas ruedas de éste, mediante el intermedio de cadenas sin fin y engranajes, bien por unas palancas a mano, en el caso de estar el vagón parado. Los ensayos realizados con este aparato han mostrado su gran eficacia y sus positivas ventajas sobre el esparcido a mano.

En todos los casos y sea cualquiera el procedimiento empleado para la distribución de los polvos, esta operación deberá estar regulada según las indicaciones del llamado servicio de esquistometría, que es el encargado de realizar, con intervalos regulares de tiempo, la toma de muestras de los yacimientos y su análisis, con el fin de ver el grado de aptitud en que se encuentran para la propagación y estimar así la época y la importancia de la nueva esquistificación. En el capítulo en que estudiamos la aplicación a las minas españolas daremos más detalles de este importante asunto.

APLICACION A LAS MINAS ESPAÑOLAS

CAPITULO PRIMERO

LEGISLACION ESPAÑOLA

Aunque afortunadamente para nosotros las minas españolas no han sido teatro de grandes explosiones de polvo de carbón, sin embargo no se puede decir por ello que sean inaptas para la producción de las mismas, ya que en algunos casos, existentes aún en la mente de todos, se han producido explosiones de pequeña importancia, por lo que respecta al número de víctimas, pero que han sido, quizá, un aviso de lo que podría haber ocurrido. Por ello, el Estado, preocupándose lógicamente de estas probabilidades, ha introducido, a propuesta de la Comisión del Grisú, de los Explosivos y de los Accidentes mineros, modificaciones importantes en los artículos del Reglamento de Policía minera que se referían a las minas con polvo de carbón. Antes de tratar de aplicar todo lo expuesto en capítulos anteriores a las minas españolas, creemos de interés, como recordatorio y guía de nuestro trabajo, copiar los artículos en cuestión, tal como quedan redactados, según el Real decreto de 5 de abril del presente año.

Los artículos referentes a las minas con polvos de carbón quedan redactados como sigue:

«150. Las prescripciones de este capítulo se refieren a las minas de carbón que contengan más de 12 por 100 de materias volátiles, excluidos humedad, anhídrido carbónico y cenizas, al menos que el polvo de las mismas se halle en forma de barro. Estas minas serán consideradas para

los efectos de la ventilación como las minas con poco grisú. Los explotadores de las minas cuyo carbón contenga más de 12 por 100 de materias volátiles y cuyo polvo no se halle en forma de barro, que consideren que éste no es capaz de producir, por su unión con el aire, una mezcla explosiva, podrán eximirse de las prescripciones de este capítulo del Reglamento si demuestran experimentalmente ante el Ingeniero jefe de Minas, asesorado, en su caso, por la Comisión del Grisú, que dicho polvo de carbón reúne las condiciones que pretenden.

151. En las referidas minas con polvo de carbón se adoptarán, para combatir las explosiones, medidas en caninadas: unas, a evitar que las explosiones se produzcan en los tajos de arranque, y otras, a impedir a detener su propagación, caso de que llegaran a producirse.»

Los explotadores de las minas podrán elegir entre los medios antes expresados el que, con arreglo a las prescripciones siguientes, crean más adecuado a las condiciones del carbón y su método de explotación, pero no estarán eximidos de emplear algunos, y el Ingeniero jefe del Distrito podrá exigir, si no considerase aquéllos suficientes y en el orden numérico creciente, con arreglo a las prescripciones que a continuación se indican, los medios de seguridad que juzgue pertinente, oyendo a la Comisión del Grisú en los casos en que exista divergencia entre la Jefatura de Minas y el explotador, así como cuando dicho Jefe crea conveniente asesorarse de la misma.

Contra las resoluciones del Ingeniero jefe de Minas cabrán los recursos admitidos por las disposiciones reglamentarias.

En consonancia con lo que procede, se dispone:

1.º Con objeto de evitar la producción de las explosiones de polvo de carbón, además de lo prescrito respecto a explosiones en el capítulo XXVII de este Reglamento, utilizará el minero uno de los siguientes procedimientos:

a) Riego del frente de arranque hasta que el polvo de carbón contenga al menos 30 por 100 de agua.

b) Colocación delante de la boca del barreno de un depósito o montón de polvos completamente incombustibles cuyo peso sea igual, al menos, a cinco veces el de la carga de explosivos, sin ser inferior a un kilogramo.

c) Recubrimiento de los cartuchos de explosivos con una envolvente de seguridad de un tipo aprobado por la Superioridad.

d) Otro cualquier procedimiento, equivalente a los anteriores, previamente autorizado de Real orden.

2.º Cuando el explotador y, en su caso, el Ingeniero jefe de Minas consideren que las labores de la mina no se prestan con facilidad al empleo de los procedimientos del número anterior, para impedir la producción por explosivos, de las explosiones de polvo de carbón o de grisú, se utilizará, para evitar la transmisión de las mismas entre las labores o de éstas a las galerías, la neutralización parcial o preventiva de la mina con polvo estéril, mediante barreras transversales, que estarán situadas:

a) En las entradas y salidas de cada zona o cuartel que constituya un campo de explotación separado de los demás.

b) En las entradas y salidas de las labores de exploración y preparación que no formen un cuartel separado de las de explotación.

c) En la entrada y salida de cada taller de arranque, o sea el conjunto de tajos de un mismo grupo, así como entre los tajos de este último, cuando el macizo de carbón que los separe exceda de 15 metros.

Las barreras necesitan estar dispuestas dentro de la sección transversal libre de las galerías, y estarán colocadas en el tercio superior de la misma, pero bastante separadas del techo, para que entre el montón de polvo almacenado y el borde inferior del cabezal del cuadro de entibación quede al menos un espacio de 10 centímetros.

La cantidad de polvo que por metro cuadrado de sección de galería contendrán estas barreras será de 400 kilogramos para las empleadas en proteger los circuitos de ventilación, las labores de arranque y planos, así como las labores de exploración y preparación, y de 80 kilogramos para las barreras utilizadas para separar los tajos de arranque entre sí.

La situación de estas barreras se indicará convenientemente en el plano de ventilación.

3.º Si por el explotador y, en su caso, por el Ingeniero jefe de Minas, se considerará insuficiente la neutralización parcial a que se refiere el párrafo segundo de este artículo, se ampliará con la neutralización general o efectiva, cubriendo el polvo de carbón de las labores, galerías de transporte, circulación y ventilación, con polvo estéril en la proporción y forma que se indican a continuación.

La neutralización general de las galerías y labores deberá hacerse de manera que el polvo de piedra, reuniendo las condiciones que luego se indican, cubra todos aquellos sitios de las galerías donde exista polvo de carbón, exceptuando las labores de arranque propiamente dichas.

Los depósitos de polvo de carbón de dos milímetros de espesor sobre los hastiales, las excavaciones y las fortificaciones, deberán quitarse antes de la neutralización.

El espolvoreo, con excepción del que se practique junto a un frente de arranque, deberá realizarse, en general, durante la jornada en que haya menos obreros. El espolvoreo mecánico solamente se hará cuando no haya gente en las labores y servicios en los cuales el viento pueda arrastrar el polvo. En caso necesario se suspenderá el trabajo en estos servicios o labores.

El espolvoreo deberá ser bastante intenso y frecuente, para que sobre toda la extensión de las labores mineras neutralizadas, la mezcla de polvo depositada contenga, al menos, 55 por 100 de materia incombustible.

En todos los pisos de una mina deberá haber reserva de polvo estéril en cantidad suficiente para una semana.

Las labores empolvadas se inspeccionarán periódicamente, al menos una vez al mes, a fin de comprobar el contenido en cenizas y la flotabilidad del polvo.

Las acumulaciones de carbón en las galerías de transporte o circulación deberán quitarse periódicamente.

4.º En toda mina se llevará un libro registro de las operaciones de espolvoreo y despolvado que se hayan ejecutado en el interior de la misma.

«152. El polvo estéril empleado en las barreras y neutralización en general se ajustará a las características siguientes:

a) Que pase completamente a través de la tela de una red de lámpara de seguridad (144 mallas por c/m. cuadrado).

b) Que pase al menos el 50 por 100 de su peso a través de una tela de alambre de 80 mallas por centímetro lineal (6.400 mallas por centímetro cuadrado).

c) Que no contenga más de 10 por 100 de su peso de materias combustibles ni sea capaz de absorber la humedad del aire, de tal manera que se endurezca destruyendo su efectividad como polvo seco.

d) Que se mantenga flotante en el aire de la mina; y

e) Que por la Jefatura de Minas, de acuerdo con las Autoridades sanitarias, no sea considerado como perjudicial para la salud del personal minero, entendiéndose como tal, entre otros, el que contenga más de 25 por 100 de cuarzo o sílice libres.

153. Cuando el carbón de una mina sea propenso a formar polvo (con más de 12 por 100 de materias volátiles), las vagonetas cargadas con carbón deberán ser de paredes fijas, en buen estado, o de tal modo dispuestas que impidan la diseminación del carbón; éste deberá mojarse suficientemente para retener el polvo antes de entrar en la galería general de transporte.»

DISPOSICIÓN TRANSITORIA

La transformación de los vagones existentes para ponerlos en las condiciones expresadas en el artículo 153, se hará paulatinamente, al ir reparándolos o renovándolos, pero, en todo caso, dentro de seis meses, a contar de la publicación de esta disposición; plazo que sólo podrá ser prorrogado hasta el doble, como máximo, por razones justificadas, a juicio de la Jefatura de Minas y con la aprobación previa del Inspector general de la Región.

Instrucciones para la ejecución de las prescripciones reglamentarias referentes a las minas con polvo de carbón.

Determinación de la materia combustible en el polvo de carbón y sus mezclas.

Por materia combustible se entiende la diferencia entre el peso del carbón y sus cenizas, aumentadas éstas en su caso con la humedad, agua de combinación y anhídrido carbónico que la muestra contenga.

La humedad en general se determinará por la pérdida de peso de la muestra calentada hasta 105° c., o mejor, desecada en el vacío sobre ácido sulfúrico.

En las muestras que contengan yeso se determinarán la humedad y agua de combinación juntamente, calentando la muestra en el aire seco hasta una temperatura que no exceda de 135° c. La pérdida de peso de la muestra calcinada desde esta temperatura hasta el rojo vivo se estimará como materia combustible.

En las muestras que contengan carbonatos, la calcinación para cenizas deberá hacerse hasta la temperatura del rojo blanco.

El anhídrido carbónico se determinará tratando una muestra especial por ácido diluido, en un aparato apropiado, deduciendo su porcentaje por la pérdida de peso.

Ensayos sobre flotabilidad del polvo estéril en el aire.

En el laboratorio: La muestra de polvo se colocará en una cápsula abierta, dispuesta sobre agua y dentro de una vasija herméticamente cerrada. Al cabo de siete días, el polvo contenido en la cápsula deberá encontrarse en condiciones de formar una nube de polvo al ser soplado con la boca.

En la mina: Iguales condiciones que en el laboratorio deberá llenar el polvo estéril que exista almacenado en el interior de la mina, operando sobre una muestra colocada en una cápsula.

Toma de muestras.

La toma de muestras, representativa de la composición del polvo, se hará en el techo, suelo y paredes, respectivamente, sobre distintos puntos, en una extensión de galería que no será menor de 50 metros de longitud. Cada muestra recogida se mezclará bien, y una porción de ésta se cribará a través de una tela metálica de 144 mallas por centímetro cuadrado.

Los resultados de los ensayos referidos en estas instrucciones se consignarán en el libro-registro.

Instrucciones referentes al empleo de envoltentes de seguridad para los cartuchos de explosivos.

1.^a La envoltente que recubra los cartuchos consistirá en un tubo formado de sustancias extintoras, aglomeradas por medio de 25 por 100 de tierra plástica.

2.^a Como sustancias extintoras sólo podrán emplearse fluoruro de sodio o una mezcla de cloruro sódico o potásico conteniendo al menos 35 por 100 de fluoruro sódico.

3.^a Las envoltentes no deberán ser secadas a una temperatura superior a 100° c.

4.^a Las envolventes no podrán tener un diámetro interior mayor de 30 milímetros ni un espesor menor de 3,5 milímetros; su peso será, al menos, igual al del explosivo.

5.^a El explosivo se colocará en las envolventes o vainas directamente, sin interposición de papel.

6.^a Las envolventes se recubrirán de una hoja de papel silicatado. Los fondos estarán formados de un casquillo de papel silicatado que ajusten sobre la envolvente y pegados con silicato a ésta o a su cubierta de papel silicatado.

El empleo de la parafina está prohibido.

Una vez expuestas así las disposiciones vigentes en nuestro país sobre la cuestión de los polvos de carbón, vamos a proceder al estudio de la aplicación de sus prescripciones a las minas españolas de combustibles.

CAPITULO II

IDEAS SOBRE LA ORGANIZACIÓN DE LA LUCHA CONTRA LOS POLVOS EN LAS MINAS ESPAÑOLAS DE COMBUSTIBLES

Lo reciente de la modificación expuesta en el capítulo anterior acerca de los artículos del Reglamento de Policía minera que se refieren a «Minas con polvo de carbón», hace que no haya aún en nuestro país una mina que tenga totalmente organizado su servicio de lucha, hallándose todas en período de organización y pruebas y algunas más avanzadas en plan de instalación definitiva de los medios de lucha.

Entre estas últimas citaremos el Grupo de Carbones grasos de la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya que se explota por el pozo Antolín y en el cual las llamadas capas A y AB, que son regiones de la capa única explotada en el grupo, son polvorientas y secas por la considerable profundidad que alcanzan sus labores, en las cua-

les la presencia de grisú hace preciso un redoblamiento de precauciones, ya que, según hemos dicho en otro lugar, este gas puede ser una de las causas iniciales de una explosión de polvos, a la cual, por otra parte, comunica una mayor violencia. Por ello, en la región que nos ocupa se prepara la instalación de medidas de detención de una explosión y se han aplicado, además, otras que constituyen las medidas de primer grado citadas en otro lugar.

Las medidas ya en práctica consisten:

1.º En la adopción de medidas en los tajos de arranque que tiendan a evitar la producción de una explosión de polvos. Estas medidas son: el atacado de barrenos mediante tacos de arcilla preparados por una organización especializada en el exterior y suministrados a los diversos talleres; la pega por pegadores especiales (medida seguida en Peñarroya hace ya muchos años), y el riego de los 10 a 12 metros cercanos a los frentes de trabajo antes de dar fuego a los barrenos. Para ello se emplean mangas empalmadas a la tubería general de la mina, con las cuales se mojan bien los polvos hasta que se observa en ellos un grado persistente y elevado de humedad.

2.º El desempolvado de las galerías de retorno de ventilación y de la galería general de transporte, cuyas paredes se encalan, además. Ambas operaciones se practican cada quince días.

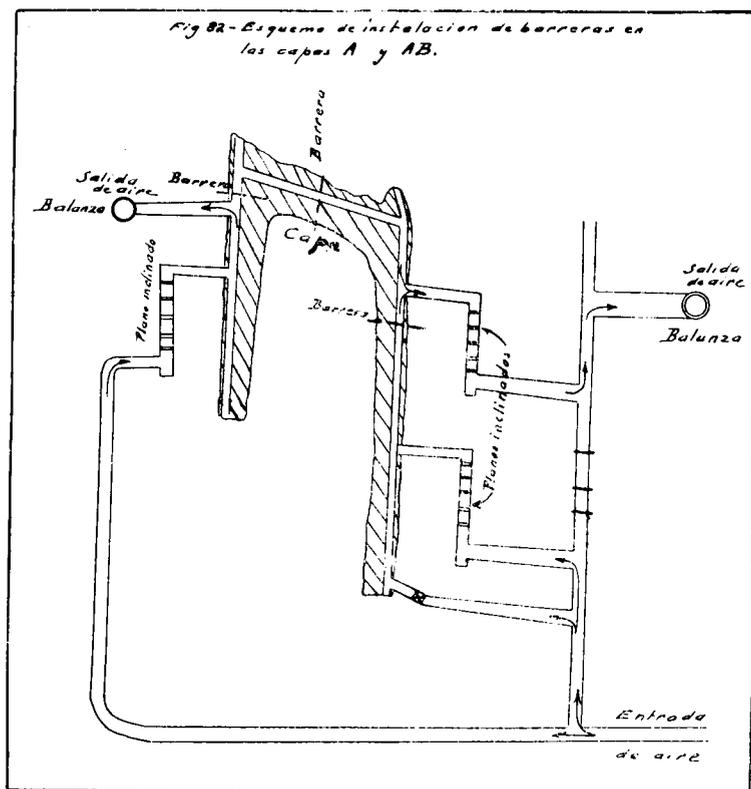
Las medidas a aplicar rápidamente son:

1.º La instalación de barreras de polvos estériles del tipo Taffanel compuestas por dos tablas unidas al ancho (50 centímetros) y colocadas a 0,60 metros del techo de la galería. Estas barreras van a ser instaladas en plena explotación, en los límites de los diversos cuarteles de arranque, según indicamos en el esquema de la figura 82.

2.º La instalación de un taller de pulverización de caliza, con el fin de producir polvos de esta roca que, mezclados en la misma instalación con los polvos de las galerías

de humos de los diversos hornos y calderas de la Sociedad, servirán para la carga de las barreras.

Claro está que estas medidas que indicamos en segundo lugar no se han llevado aún a la práctica, y no sabemos si



al llevarlas experimentarán alguna modificación dictada por el mejor estudio del asunto.

Otra Sociedad minera que empieza a tomar medidas con el mismo objeto es la Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera, que en sus pozos del Fondón y el Soton tiene algunos talleres secos y polvorientos. Las medidas actualmente en práctica son el atacado de los barrenos con tacos de arcilla amasada, estudiándose la elaboración de éstos como un

servicio de carácter general anejo a la brigada de salvamento y destinado a suministrarlos a todas las minas que los precisen, y en el riego de los tajos antes de la pega, mediante unos vagones-tanques que se llevan por las guías superiores de cada taller, introduciendo en éstos, por los pocillos, una manguera.

Como no podemos, por lo que acabamos de exponer, tratar, cumplimentando así uno de los puntos del tema, del estudio completo de una instalación de mina española, vamos a tratar de expresar lo que a nuestro entender constituiría en una mina de hulla española la lucha contra los polvos de carbón. Para ello y puesto que la mayor parte de nuestra producción se realiza en la cuenca asturiana, en la cual el desarrollo de labores profundas irá cada vez más haciendo aparecer el peligro de los polvos de carbón, vamos a estudiar lo que debe ser la organización contra los polvos en una mina asturiana, en la que suponemos, contra lo que sucede en la realidad, pero que puede suceder más adelante, que la mayoría de los talleres de explotación son secos y polvorientos, y que, igualmente, las galerías generales presentan, a lo más, un débil grado de humedad.

Supongamos que se trate de una mina profunda explotada por pozo y por el sistema, característico y único, de talleres de tajos invertidos. En la figura 83 damos un esquema de lo que puede ser dicha mina. La extracción se realizaría por el pozo número 1 de 310 metros de profundidad y que tiene dos transversales a los 300 y 200 metros de su boca. Ambas transversales servirían de entradas de aire y de galerías generales de transporte. Habrá un pozo auxiliar número 2, destinado a la salida de ventilación, cuya profundidad sería de 140 metros, y que a dicho nivel tendrá un transversal, que servirá de vuelta general de aire.

En el momento que consideramos, la explotación se llevará en las capas 1.^a, 2.^a y 3.^a, habiendo trabajos prepara-

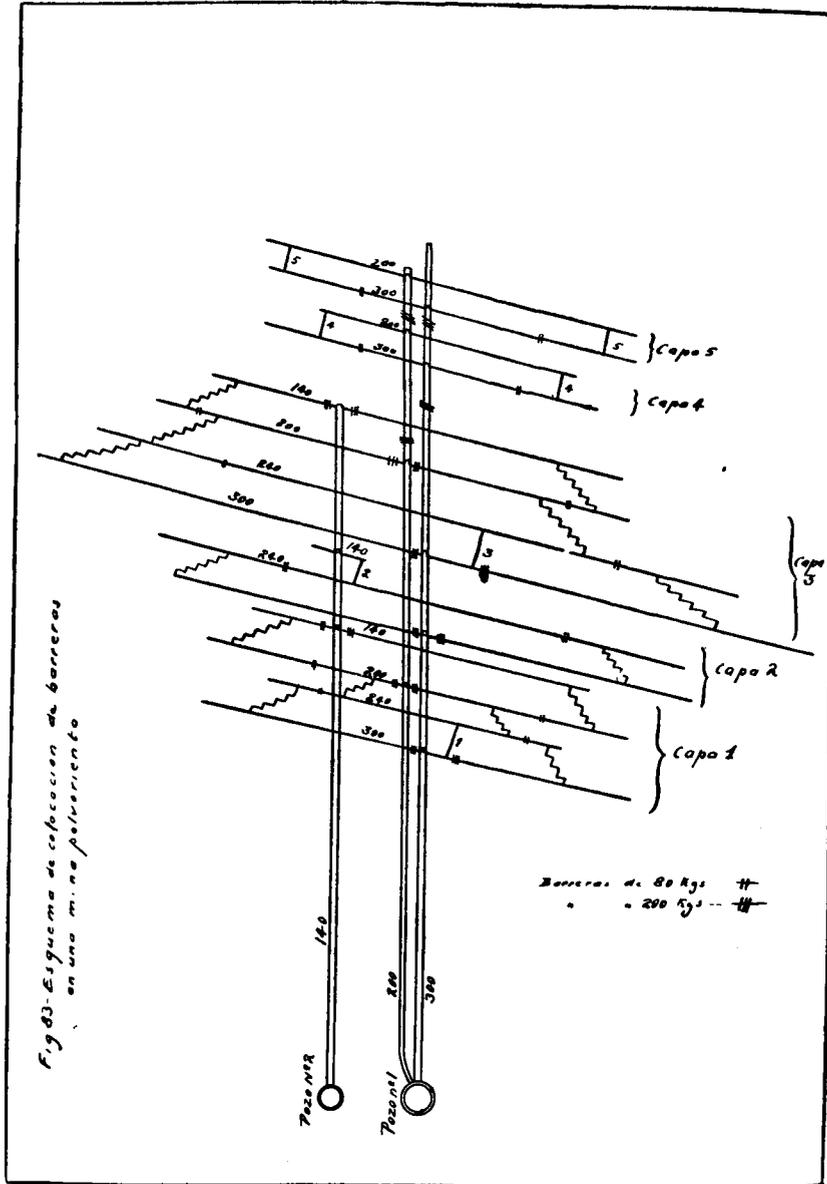


Fig. 83 - Esquema de colocación de barreras en una mina polvoriento

torios en las capas 4.^a y 5.^a y prolongándose el transversal del nivel 300 para cortar nuevas capas.

En la capa 1.^a habrá talleres entre los niveles 300 y 240, 240 y 200 y 200 y 140. El carbón de los talleres entre 240 y 200 bajará por el pocillo 1 a la guía del nivel 300, donde se cargará en los vagones. El de los talleres entre 200 y 140 saldrá directamente por el transversal del nivel 200.

En la capa 2.^a la explotación sólo se realizará entre los niveles 300 y 240, habiendo una vuelta de aire constituida por un pocillo 2 y un trozo de guía al nivel 140 comunicada con el transversal a este nivel del pozo número 2.

La explotación de la capa 3.^a será análoga a la de la 1.^a.

En cuanto a los trabajos preparatorios de las capas 4.^a y 5.^a, consistirán en los avances de las guías, a derecha e izquierda, en los niveles 300 y 200, asegurándose la ventilación mediante los pocillos 4 y 5, que llevan el aire al transversal del nivel 200, del cual retrocederá hasta la capa 3.^a, pasando por el nivel 200 de ésta, y los talleres entre 200 y 140 al transversal general de vuelta de aire.

La explotación de la mina será de 600 toneladas en jornada de trabajo.

En una mina de esta naturaleza se debería organizar la lucha contra los polvos, suponiendo que todas las labores son secas y polvorientas, en la siguiente forma, en opinión del que estas líneas escribe:

1.º *Servicio de esquistometría.*—Bajo este rótulo comprendemos todo lo referente a la vigilancia y estudio continuo de los yacimientos de polvo de las diversas galerías, con el fin de ver si son o no aptos para la producción y la propagación de una explosión de polvos.

Para ello se deberán tomar, en la forma ordenada en el Reglamento, muestras periódicas de cada región de la mina. Lo mejor para ello será seguir un orden circular, de tal modo que cada día o cada par de días se tome la muestra de una galería o de un taller. Estas muestras se deberán

enviar en seguida al servicio del laboratorio, en el cual se determinarán las diversas características de la misma, de acuerdo con lo detallado en el Reglamento, pudiéndose, además, si se quiere tener una idea más completa de la aptitud del yacimiento empleado, realizar un ensayo con el inflamador de oxígeno y llama, tarado previamente con la hulla de la mina considerada.

De los resultados de los análisis se dará cuenta por boletín escrito a la Dirección de la Mina, la cual, después de cuidar de que se los inscriba en el libro-registro, tomará las disposiciones necesarias para asegurar la inaptitud del yacimiento considerado, si por el análisis viese que era apto a la propagación.

El servicio de esquistometría no debe significar carga para la mina, ya que de la toma de muestras se pueden encargar los vigilantes, a menos que el desarrollo de las labores sea tal que haya necesidad de tomar muestra diaria, en cuyo caso se deberá nombrar un vigilante especialmente dedicado a esta recogida de muestras, el cual será auxiliado por un obrero. En cuanto al servicio de laboratorio, se podrá asegurar con el mismo personal existente y dedicado a los análisis de carbón y de aire de la mina.

2.º *Servicio de neutralización.*—Dada la sequedad de la mina y la proximidad de las diversas labores, concentradas, como se ve, en un área reducida, será preciso, además de las medidas normales para evitar que se produzca una explosión, adoptar las necesarias para evitar su propagación general, por lo cual será preciso proyectar medidas de los tres órdenes antes citados. Para mejor exponer estas medidas, las iremos considerando según la índole de los diversos trabajos.

1.º *Talleres de explotación.*—En el interior de los talleres, además de emplear solamente explosivos de seguridad, siguiendo así las prescripciones reglamentarias, emplea-

remos el riego abundante de todos los tajos antes de la pega. Para ello se instalaron en los transversales de los niveles 300 y 200 las tuberías correspondientes de conducción de agua a presión, provistas de las derivaciones necesarias para los talleres; como éstos van avanzando de una manera continua, las tuberías, en la parte correspondiente a las guías, estarán provistas cada 25 metros de un injerto en el cual se roscará, cuando llegue la ocasión, la llave de toma y la manguera de entrada al taller. Para conocer cuándo el grado de riego sea el suficiente, se harán unas pruebas, restando durante un cierto tiempo y tomando después una muestra del polvo, que encerrado en una caja hermética de chapa de cinc se llevará al laboratorio para determinar su humedad; cuando se vea que ésta es superior al 30 por 100 se considerará suficiente el periodo de riego, y anotando su duración, se hará siempre durante el mismo tiempo, sin necesidad de tomar muestras más que de tiempo en tiempo para controlar el riego.

El empleo de polvos inertes en los talleres no es conveniente, por ensuciar el carbón producido, y en cuanto a los montones de polvos inertes colocados frente a la boca de cada barreno (atacado externo), la disposición de los talleres no hace fácil su empleo eficiente.

2.º *Guías de explotación.*—Con el fin de evitar que una explosión originada en un taller se propague a otro de los cercanos se deberá instalar en las guías de explotación y entre los coladeros y pocillos correspondientes a dos talleres pequeñas barreras tipo Taffanel, compuestas de una tabla de 50 centímetros de ancho y un largo igual al ancho de la galería; la carga de polvos estériles será en cada una de ellas de 80 kilogramos.

Si el grado de sequedad de la mina fuese extraordinario, será necesario esquistificar la totalidad del recorrido de las guías de explotación. Sin embargo, para adoptar esta medida será preciso, dada la índole de las minas astu-

rianas, que la proporción de polvos sea considerable y que su sequedad sea extraordinaria.

En las comunicaciones de cada guía de explotación con los transversales, será preciso instalar barreras de análogo tipo al indicado, pero en las que la carga sea de los 200 kilogramos de polvo que indica el Reglamento.

En los puntos en que desemboquen en las guías los pocillos destinados a bajar el carbón, y que, por tanto, estarán muy propicios a la formación de grandes depósitos de polvos combustibles y a la formación durante la carga de nubes peligrosas, será conveniente disponer unos pulverizadores de agua que funcionen durante la carga de los vagones, con el fin de producir el depósito del polvo volandero y su fijación en forma de barro.

3.º *Labores de preparación.*—En las guías de preparación de los niveles 300 y 200 en las capas 4.ª y 5.ª, se deberán instalar barreras del tipo pequeño, y en los transversales de dichos niveles, entre las entradas de las capas 3.ª y 4.ª y 4.ª y 5.ª, se instalarán barreras del tipo de 200 kilogramos, para evitar la propagación de una explosión originada en dichas labores preparatorias, sobre todo dada la peligrosa disposición de la vuelta de aire de éstas, que tiene que pasar por un taller de la capa 3.ª.

4.º *Galerías generales.*—En la galería general de transporte del piso 300, así como en la del piso 200, y en la de vuelta general de aire al pozo núm. 2 se practicará el desempolvado intenso cada quince días, recogiendo la mayor cantidad posible de polvos, con el fin de que su aprovechamiento compense los gastos de dicha operación; para ello será conveniente el riego intenso antes del desempolvado. Realizado esto, se encalarán dichas galerías empleando uno cualquiera de los aparatos mecánicos que realizan esta operación por medio del aire comprimido, y se repartirá sobre el piso de la galería del nivel 300, que por ser la de transporte más intenso será la que presentará

mayores probabilidades de depósito de polvos de carbón, una cantidad de polvos inertes suficiente para que la mezcla tenga una proporción de cenizas superior al 50 por 100.

Coste de las medidas expuestas.

Tratándose de un ejemplo ideal de mina sin que sea posible basarse en resultados prácticos que aun no existen en nuestro país, se hace difícil establecer el gasto que significará la adopción de las medidas que acabamos de indicar en la lucha contra los polvos de carbón. Sin embargo, basándonos en resultados obtenidos en otras naciones y adaptándolos a las condiciones de salarios de nuestro país, podremos establecer después de algunos cálculos, que los gastos en cuestión se podrán descomponer como sigue.

a) **Recogida de muestras.**—Dada la extensión relativamente reducida que tendría una mina de las condiciones del ejemplo que estudiamos, y en la cual, basándonos en las minas asturianas existentes, podemos calcular un desarrollo de seis a siete kilómetros de galerías, no creemos necesario disponer de un servicio especial de recogida de muestras, ya que ésta se podrá realizar sin inconvenientes por alguno de los vigilantes generales. al cual, de tiempo en tiempo y como medida de control, acompañará en su recorrido de toma de muestras el capataz y aun el Ingeniero.

b) **Riego de talleres y frentes.**—El riego de los frentes se realizará por el mismo personal empleado en el trabajo de avance de los mismos, puesto que no es trabajo para el mismo dedicar unos minutos de su jornada, antes de la pega de los barrenos, al riego del frente. En cuanto al riego de los talleres (13 en número), no será conveniente encargárselo a los obreros del mismo, cuya labor es suficiente para ocupárselos toda la jornada; por ello, será preciso tener una cuadrilla especialmente dedicada a la operación que nos ocupa.

Esta cuadrilla estará constituida por un obrero y un pinche, que recorrerán sucesivamente todas las labores, actuando siempre, según un método y recorrido fijo establecido por la dirección de la mina, de acuerdo con las circunstancias.

En el coste del riego hay que tener en cuenta, además, el de la instalación, o sea de la red de tuberías que distribuyan el agua a las diversas labores. Este importe le fijaremos en 50.000 pesetas.

c) **Colocación y entretenimiento de barreras.**—Dado el número reducido de éstas (17 de 200 kilogramos y 12 de 80 kilogramos), se comprende que su colocación y entretenimiento deba ser reducido, ya que las cargas de polvos de las mismas durarán en la mayoría de los casos algún tiempo sin necesitar reemplazo; sólo será preciso realizar durante la jornada dos recorridos de todas ellas, para ver si se hallan en estado de funcionar y recargar aquellas en las que las ondas de aire de los barrenos disparados en frentes cercanos hayan producido la caída de todo o parte de sus cargas. Para ello, estimamos que bastará con un obrero por día.

d) **Esquistificación.**—Para calcular el coste de este capítulo debemos ante todo ver la cantidad de polvos inertes que serán necesarios. Como no disponemos en nuestras minas de casos en los que basarnos, nos tendremos que basar en minas extranjeras; por ejemplo, en las francesas del Pas de Calais, en las cuales la lucha contra los polvos de carbón se halla perfectamente organizada. Tomando un promedio de lo que se realiza en estas minas, podremos establecer que la cantidad de polvos inertes a repartir por las labores deberá ser de 900 a 1.000 kilogramos por hectómetro de galería y mes, lo que en nuestro caso, tomando la última cifra y basándonos en un desarrollo de galerías de siete kilómetros, nos dará un gasto de polvos inertes de 70 toneladas por mes.

El coste de estos polvos será el de pulverización, puesto que para producirlos emplearemos estériles no carbonosos de los que se produzcan en las labores de preparación. Para pulverizarlos se empleará una pequeña instalación, constituida por un molino del tipo corriente de martillos, un vibroclasificador del producto pulverizado, un pequeño elevador y una tolva de depósito; con un molino capaz de pulverizar 500 kilogramos por hora tendremos suficiente, no sólo para las necesidades de la mina en el momento que se considera, sino para un aumento considerable de estas necesidades. Para el accionamiento de esta instalación bastará con un motor de 3,5 kilovatios, que trabajará seis horas diarias, con un gasto de energía de 21 kilovatios-hora, o sea de 1,47 pesetas diarias durante veinticinco días.

El coste de establecimiento de la instalación será de pesetas 20.000.

Para repartir los polvos inertes en la mina precisará disponer de una cuadrilla especialmente dedicada a ello. Una pareja de obreros puede repartir, según se ha visto en minas extranjeras, 4.000 kilogramos de polvos por jornada; luego nos bastará con dicha pareja para esquistificar toda la mina considerada, repartiendo en ella las 70 toneladas mensuales de polvos inertes.

e) **Limpieza de los transversales generales.**—No creemos deber considerar este gasto, porque el valor del carbón recogido será más que suficiente para pagar el gasto de jornales.

En resumen, podremos establecer el gasto de esquistificación como sigue:

Jornales.

Recogida de muestras.....	0,00 por día.
Riego de talleres	15,00 »
Colocación y entretenimiento de barreras	9,00 »
Esquistificación.....	18,00 »

Energía.

Coste de la trituración	1,50 »
-------------------------------	--------

Totales.

Mano de obra diaria	42,00 pesetas.
Energía diaria.....	1,50 »

TOTAL..... 43,50 pesetas.

lo que significa un coste por tonelada producida de 0,072 pesetas.

A esto habrá que añadir el gasto de amortización de la instalación de trituración y de las tuberías, o sea 70.000 pesetas, que amortizadas en diez años significan un gasto anual de 5.310 pesetas, o sea por tonelada producida (180.000 anuales) 0,029 pesetas.

Por tanto, el coste total de la lucha contra los polvos de carbón será de $0,072 + 0,029 = 0,101$ pesetas por tonelada extraída.

EL TITANIO
METALOGENIA, APLICACIONES
Y YACIMIENTOS ESPAÑOLES

POR

JOSÉ MESEGUER PARDO

INGENIERO DE MINAS

EL TITANIO. METALOGENIA, APLICACIONES Y YACIMIENTOS ESPAÑOLES

P O R

JOSÉ MESEGUER PARDO

Ingeniero de Minas

I. — HISTORIA

La demanda de menas titaníferas ha revestido hasta hace poco tiempo una importancia bien secundaria. En la época de la gran guerra comenzó el interés por la ilmenita a la vez que aumentaba la producción de rutilo, y en la actualidad, el empleo que del titanio viene haciéndose en siderurgia, sirve de estímulo para la investigación de sus yacimientos.

El titanio es un cuerpo conocido desde hace muchos años. Estudiando W. Gregor (1), pastor inglés, en 1791, unas arenas negras procedentes de Menacan, cerca de Falmouth (Cornwall, Inglaterra), encontró determinados granos de color gris oscuro, sensibles a la acción del imán, que, sometidos al análisis, revelaron la existencia de una tierra pardusca, entonces desconocida, para la cual propuso el nombre de «menacanita».

Esta investigación, llena de interés, cayó desdichadamente en el olvido, y cuando cuatro años más tarde analizó M. H. Klaproth (2) una muestra del denominado «chorlo rojo de Hungría», observó que tal «fósil» estaba formado por un óxido natural a cuyo metal correspondiente llamó «titanio», aludiendo a los Titanes, «los primeros hijos de la tierra», porque, «para evitar el nacimiento de ideas erróneas, debe escogerse un nombre que

(1) Crell's Ann., I (1791), 40, 103; II (1791), 55.— Journ. Phys., 72 (1791), 152.

(2) Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper, I (1795), 223, 245; Ij) 1797, 222, 226; IV (1801), 153; V (1810), 208.— Journ. Mines, II (1795), 45; III (1796), 1.

nada signifique por sí mismo cuando no puede hallarse otro capaz de expresar las propiedades particulares y características de una substancia».

Casi en la misma época descubrió también que un mineral de Passau, al que dió el nombre de «titanita», encerraba el 33 por 100 de anhídrido titánico, y algún tiempo después (1797) comprobó la existencia del elemento en las arenas de Menacan, estudiadas primeramente por Gregor, estableciendo la identidad de la menacanita y del óxido de titanio. Claro es que el descubrimiento del nuevo cuerpo y, como es consiguiente, el derecho de denominación, pertenecen desde luego a Gregor, pero los químicos han dado preferencia a la palabra titanio, tanto por su eufonía con respecto al vocablo «menacanio» como a causa de la celebridad de que Klapproth gozaba.

Ambos ilustres químicos, tratando de reducir por el carbón el óxido titánico, obtuvieron algunos granos metálicos de aspecto semejante al del cobre, cuyo resultado, confirmado por W. A. Lampadius (1), J. T. Löwitz (2) y L. N. Vauquelin (3), hizo incurrir en el error de que el titanio era un metal de color rojo. Así, al estudiar W. H. Wollaston (4) las escorias ferruginosas de los hornos altos de Morthyr-Tidvil (Gales) imaginó que ciertos granos rojizos y brillantes, considerados hasta entonces como pirita, eran de titanio metálico; pero los trabajos de Wöhler (5) demostraron que tales granos se hallaban formados por una mezcla de nitruro y nitrocarburo de titanio.

Las investigaciones sistemáticas con el anhídrido titánico puro comenzaron a realizarse por H. Rose (6) en 1824, y al año siguiente, Berzelius (7) obtuvo el elemento, en pequeño estado de pureza, bajo la forma de polvo negro.

A pesar de los trabajos de Merz, Liebig, Ebelmen, Robinson, Hutchins, Deville, Nilson, Pettersen, Levy y Moissan, hasta 1910

(1) *Sammlung praktisch-chemischen Abhandlungen*, II (1797), 124. — *Crell's Ann.*, XXV (1797), 1, 230, 259.

(2) *Crell's Ann.*, XXXI (1799), 1, 183.

(3) *Journ. Mines*, III (1796), 15. — *Journ. Phys.*, LXVI (1805), 345.

(4) *Phil. Trans.*, CXIII (1823), 17, 400. — *Edin. Phil. Journ.*, IX (1823), 403.

(5) *Liebig's Ann.*, LXXIII (1849), 34; LXXIV (1849), 212.

(6) *Gilbert's Ann.*, LXXIII (1821), 67, 129. — *Pogg. Ann.*, I (1824), 76; III (1825), 13; XII (1828), 479; XV (1829), 145; XVI (1829), 57; XXIV (1832), 141; XLII (1837), 527.

(7) *Pogg. Ann.*, IV (1825), 1.

no ha podido obtenerse el titanio completamente puro gracias a las investigaciones de M. A. Hunter (1). En tal estado forma un polvo gris o una masa metálica, análoga al acero, dura, difícilmente fusible (1.800-1.850°) y que puede trabajarse al calor rojo.

Desde la indicada fecha, el titanio se ha venido preparando casi exclusivamente como una curiosidad de laboratorio, pero en 1924, los trabajos de Lobowsky (2), proseguidos durante varios años, han dado origen a un método industrial aplicable a varios metales poco frecuentes y especialmente al que nos ocupa, permitiendo la fabricación en grandes cantidades.

Hace no mucho tiempo, A. Scott (3) creyó encontrar un nuevo cuerpo simple en las arenas negras titaníferas de Maketu (Nueva Zelandia), y le asignó el nombre de «oceanio» (de Oceano, uno de los Titanes). También C. J. Smithells y F. S. Goucher (4) imaginaron la existencia de un metal nuevo en las propias arenas, pero Coster y Hevesy (5) no lograron observar líneas características ningunas en el espectro de rayos X. Posteriormente, el propio Scott ha hecho ver que el óxido del supuesto elemento no era otra cosa que anhídrido titánico asociado a la sílice con una substitución parcial del titanio por el silicio.

II. — ESTUDIO METALOGÉNICO

El titanio es un cuerpo bastante abundante en la Naturaleza, y si bien no aparece en estado libre, sus compuestos se hallan bastante esparcidos en pequeñas cantidades.

A. Fowler (6) le ha observado en diversos espectros estelares; F. E. Baxaudall (7), A. J. Angström (8), J. N. Lockyer y otros, creen que existe en estado gaseoso en la atmósfera solar, y A. Daubrée (9), C. F. Rammelsberg (10), G. P. Merrill y H. N.

(1) *Journ. Amer. Chem. Soc.*, XXXII (1910), 830.

(2) *U. S. Pat. N.º* 1.533.505 (14 abr., 1925).

(3) *Journ. Chem. Soc.*, CXXIII (1923), 311. — *Nature*, CXI (1923), 463, 598.

(4) *Nature*, CXI (1923), 397, 463, 881.

(5) *Nature*, CXI (1923), 252.

(6) *Proc. Roy. Soc.*, LXXIX. A. (1907), 509.

(7) *Proc. Roy. Soc.*, LXXIV (1905), 255.

(8) *Recherches sur le spectre normal du soleil* (1868).

(9) *Compt. Rend.*, LXXXVI (1878), 101, 315, 530, 983.

(10) *Pogg. Ann.*, LXXIII (1848), 585.

Stokes (1), como E. C. Howell (2), han llegado a encontrarle en varios meteoritos.

M. Mazade (3) y O. Henry (4) hallaron el titanio en las aguas mineromedicinales de Nérac (Francia); E. Jackson (5) y C. E. Wait (6), en las cenizas de diversas plantas (roble, manzano, peral, guisante...); F. Traetta-Mosca (7), en el tabaco; G. O. Rees (8), en la sangre y en las glándulas suprarrenales humanas, hecho negado por R. L. Marchand (9), y, finalmente, C. Baskerville (10), en la carne y los huesos humanos y de algunos animales.

El titanio es casi siempre un constituyente de las rocas ígneas y de las sedimentarias de ellas derivadas. F. W. Clarke y H. S. Washington (11) estiman en 0,46 por 100 su proporción en la corteza terrestre, mientras J. H.-L. Vogt (12) sólo la cree de 0,33 por 100, y el primero (13) añade que de 800 rocas sometidas al análisis en los Estados Unidos, 784 contenían titanio.

Desde luego y no obstante la frecuencia con que suele asociarse a los elementos raros, es mucho más abundante que éstos y hasta que el cobre, plomo, cinc y cualquiera de los metales ordinarios, con excepción del hierro. Sin embargo, raras veces ofrece grandes concentraciones y los yacimientos explotables son poco numerosos.

En la Naturaleza aparece el titanio formando óxidos o titanatos simples y compuestos. El anhídrido titánico TiO_2 constituye tres especies diferentes: el rutilo (tetragonal holoédrico), que forma bastantes variedades (crispita, davidita, dicsbergita, ilmenorutilo, nigrina, sagenita, struverita...); la anatasa (tetragonal),

- (1) Proc. Washington Acad., II (1900), 41.
- (2) Amer. Journ. Sc., XLVII (1894), 430.
- (3) Compt. Rend., XXXIV (1852), 952.
- (4) Journ. Pharm. Chim., XXIV (1853), 305.
- (5) Chem. News., XLVII (1883), 157.
- (6) Journ. Amer. Chem. Soc., XVIII (1896), 402.
- (7) Gazz. Chim. Ital., XLIII (1913), II, 437.
- (8) Phil. Mag. (3).
- (9) Journ. prakt. Chem., XVI (1839), 372.
- (10) Journ. Amer. Chem. Soc., XXI (1899), 1.099.
- (11) Proc. Nat. Acad. Sc., VIII (1922), 108.—The Composition of the Earth's Crust (1924).
- (12) Zeit. prakt. Geol., VI (1898), 225, 314, 377, 413; VII (1899), 10, 274.
- (13) Chem. News., LXI (1890), 31.—Bull. U. S. Geol. Sur. (1910), 419.—The Data of Geochemistry (1914).

y la brookita (rómbrica) con sus especies similares arcansita y jurinita. Estos minerales poseen un contenido de 60 por 100 de titanio, y corresponden a estados cada vez más condensados de la materia, siendo el rutilo la forma más estable.

Entre los titanatos descuellosa la ilmenita: $FeTiO_3$, que encierra 31,6 por 100 de titanio ó 52,7 por 100 de TiO_2 y ofrece numerosas variedades (crichtonita, histatita, iserina, quibdelofana, picroilmenita, titanoferrita, washingtonita...). El ortotitanato férrico es la pseudbrookita: $Fe^4(TiO_4)^3$, y el metatitanato la arizonita: $Fe^2(TiO_3)^3$, en tanto que la sal cálcica correspondiente forma la perovskita: $CaTiO_3$, con sus variedades (hidrotitanita y cnopita); la de magnesio determina la geikielita: $MgTiO_3$, y la de manganeso la pirofanita: $MnTiO_3$. Un mesodititanato es, por fin, la senaíta: $(Fe, Mn, Pb)TiO_3$.

Entre los silicotitanatos naturales descuellosa la esfena: $CaSiTiO_5$, contándose como variedades la alshedita, eucolititanita, greenovita, grotita, lederita, ligurita, menacanita, pic-tita, espintera e itrotitanita, y como productos de alteración, el leucoceno, la titanomorfito y el xantitano. La guarinita, siguiendo a Guiscardí (1), ha sido considerada como un silicotitanato cálcico análogo a la esfena, mas los trabajos de Mauro, confirmados por O. Rebuffat (2), han hecho ver la ausencia del titanio.

La benitoíta: $BaTiSi^3O^9$ es un silicotitanato de bario, mientras que el granate titanífero (chorlomita) con su variedad (ivaarita), la cosirita, enigmatita y rhönita (anfíboles), como la neptunita, keilhauita, narsarsuquita, lorenzenita, leucosfénita, chequinita y molengrafita, constituyen otros silicotitanatos más o menos complejos.

La warwickita: $Mg^6Fe^6B^3Ti^2O^{35}$ es un borotitanato, y la lewisita: $Ca^5Fe^5Sb^6Ti^2O^{24}$; mauzelita: $CaPbSb^4TiO^9$ y derbilita: $Fe^6Sb^2Ti^5O^{21}$, diferentes titanioantimoniatos.

Algunos tantalatos y niobatos pueden considerarse también, según ha indicado J. C. G. Marignac (3), como minerales de titanio. He aquí los principales con el contenido de anhídrido titánico:

- (1) Rend. Acc. Napoli, Mem. 2 (1857), 408.
- (2) Cab. Chim. Napoli (1894).
- (3) Bibl. Univ. Genève, XXVI (1866), 89.

ESPECIES	Por 100 de TiO ₂
Aeschinita.....	21
Blomstrandina.....	21-23
Blomstrandita.....	10-11
Chalcolamprita.....	40-60
Epistolita.....	7-8
Euxenita.....	20-24
Marignacita.....	5-14
Pirocloro.....	5-14
Policrasa.....	25-30
Polimignita.....	18-19
Risörita.....	6-7
Wilkita.....	23-24

Igualmente, diversos minerales de zirconio, cerio e itrio constituyen especies titaníferas. A continuación aparecen las más importantes:

ESPECIES	Por 100 de TiO ₂
Delorenzita.....	55-70
Hainita.....	28-32
Itrocrasita.....	40-50
Mosandrita.....	5-10
Rinquita.....	13-14
Rosenbuschita.....	20
Yonstrupita.....	7-8
Zirquelita.....	14-15

En nuestro país se han encontrado los siguientes minerales de titanio:

ESPECIES	Por 100 de TiO ₂	LOCALIDADES PRINCIPALES
Rutilo.....	90-100	Galicia, León, Barcelona, Guadarrama, Guadalajara, Málaga, Mazarrón (Murcia).
Anatasa.....	90-100	Mazarrón (Murcia).
Brookita.....	90-100	Somosierra, Horcajuelo (Madrid)
Ilmenita.....	3-59	Galicia, Asturias, Guadarrama, Málaga, Sevilla, Huelva.
Pseudobrookita..	44-45	Jumilla (Murcia).
Esfena.....	34-42	Olot, Málaga, Sevilla, Huelva.
Titanomagnetita..	3-24	Olot, Galicia, Marbella (Málaga).

Las especies más importantes son el rutilo y la ilmenita, siguiendo la esfena y la magnetita titanífera. El primero, bastante frecuente, aparece en los granitos, gneis, pizarras, calizas y dolomías metamórficas, presentándose en granos o masas diseminadas en la roca o bien formando parte de determinados filones. Suelen asociarse la ilmenita, cuarzo, feldespato y hematites, y como constituye un mineral denso y refractario químicamente, por descomposición de las expresadas rocas se concentra en placeres con otras especies pesadas.

No obstante la resistencia que ofrece a los agentes químicos, el anhídrido titánico es soluble en el ácido sulfúrico, y de esta manera la presencia de una cierta cantidad de pirita que suele asociarse a las magnetitas titaníferas origina, en virtud de una oxidación superficial, la disolución del titanio en compañía de los metales con quienes estaba asociado. A esto se debe, quizá, la constancia con que el referido anhídrido titánico aparece en las arcillas sedimentarias, y cada vez que éstas han sufrido una cristalización metamórfica con feldespatización o sin ella, el rutilo ha podido formar individuos cristalinos.

Por tal causa se presenta esta especie en las rocas mencionadas, y de existir elementos calizos la combinación de la cal con el anhídrido titánico ha dado lugar a la producción de esfena, según se observa en las piroxenitas y anfíbolitas, gneis piroxénicos y anfíbólicos, cipolinos, etc...

Idénticos minerales se encuentran en los elementos ferruginosos de los granitos y sienitas, y de conformidad con las ideas que hoy se admiten acerca del origen de dichas rocas, debe considerarse al titanio existente como en un estado más avanzado de su evolución.

En España, los ejemplares de rutilo de Horcajuelo, que desde antiguo llamaron la atención de los mineralogistas, fueron descritos por Klaproth (1), que llegó a compararlos con los de Achenfenburg, y, dos años más tarde, Herrgen (2) dió a conocer el yacimiento donde recogió numerosos ejemplares.

En los gneis y micacitas de la sierra de Guadarrama se en-

(1) Ann. de Chemie (1797).

(2) Anal. Hist. Nat. (1799), I.

cuentra el mineral, en cristales alargados, en asociación con el cuarzo, turmalina, estaurótida y fibrolita, y por descomposición de las rocas quedan sueltos los cristales de rutilo, que en la localidad se conocen con el nombre de «barretas».

En los yacimientos argentíferos de Hiendelaencina aparece la especie formando cristales generalmente cortos, e igualmente los filones de cuarzo aurífero que atraviesan el terreno cristalino de los Pirineos catalanes y aragoneses contienen, según Calderón (1), algo de rutilo asociado a limonita.

Por último, la referida especie suele acompañar a las arenas auríferas del NW. de la Península, presentándose, como observó Breidenbach, en los cuarzos con oro del W. NW. de León.

La ilmenita, en granos finos, está diseminada en un cierto número de rocas ígneas y metamórficas (granitos, sienitas, dioritas, diabasas, gneis, pizarras, dolomías...) También forma con frecuencia arenas negras en los placeres, y, por último, constituye grandes masas en asociación más o menos íntima con la magnetita.

No es rara tal especie en las formaciones españolas antiguas, habiéndose hecho citas, si no numerosas, correspondientes, por lo menos, a lugares muy diversos. Barrois (2) observó en las dioritas de Asturias tolvas de ilmenita encajadas unas en otras, cuyas láminas se hallaban cubiertas de una capa opalina de leucoceno. Herrgen (3), aunque sin dar referencias, citó el «menagano» de Horcajuelo, que verosíblemente debe ser una ilmenita arenácea. Muñoz del Castillo (4) estudió la «guadarramita», que en definitiva no constituye sino una ilmenita. Michel-Lévy y Bergerón (5) encontraron la especie asociada a otras varias en las masas dolomíticas existentes entre Ojén e Istán, y Barrois y Offret la hallaron, asimismo, en el gneis anfibólico de Játar y en las calizas dolomíticas de la Serranía de Ronda. Finalmente, Calderón (6) ha podido reconocerla en las arenas del Sil, en un aluvión del Norte de la provincia de Sevilla, que trató de explo-

(1) Los minerales de España (1910), I, 278.

(2) Asturias (1882), 123.

(3) Anal. Hist. Nat., III (1801), 112.

(4) Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., VI (1906), 479-484.

(5) Comp. Rend. Mars. (1886).

(6) Los minerales de España (1910), I, 322.

tarse como aurífero, y en las arenas de las playas de la provincia de Huelva.

La esfena aparece como elemento constante en determinadas plutonitas ácidas (granitos, granulitas, sienitas...) siempre que hayan existido los elementos calizos y magnesimos suficientes para originar anfíboles o piroxenos.

Según Michel-Lévy y Bergerón (1), en las ofitas de la zona triásica existente entre Gobantes y Archidona se percibe a simple vista una esfena de origen secundario, y en la riacolita de Roca Negra, cerca de Olot, aparece el propio mineral en cristales bien conformados, con tamaño de varios milímetros y color canela más o menos rojizo.

La magnetita titanífera es, según Naranjo (2), un constituyente de las arenas del Sil, y a la misma especie corresponden también los abundantes granos sueltos que se observan en el arroyo de Don Juan II (Marbella).

Las propiedades del titanio están condensadas en dos hechos importantes: su analogía con el aluminio y el hierro, por una parte ($Al^2 O^3$, $Fe^2 O^3$, $Ti^2 O^3$), y las afinidades, por otra, con los elementos del grupo del estaño, silicio y carbono ($Sn O^2$, $Si O^2$, CO^2 , $Ti O^2$). El primero de tales hechos queda de manifiesto gracias a la frecuente substitución por el titanio del hierro y aluminio de bastantes minerales, y el segundo explica la asociación del titanio y el carbono en numerosos yacimientos.

La mayor parte del elemento que nos ocupa se halla concentrada en sus yacimientos naturales gracias a un fenómeno característico de diferenciación profunda, y el expresado cuerpo ofrece la tendencia a la separación en masas de hierro titanado en la proximidad de los gabros desprovistos de fósforo y pobres en magnesia.

Las investigaciones petrográficas han puesto de relieve desde hace tiempo que la ilmenita asociada a la magnetita es uno de los primeros procesos de consolidación magmática. Cerca de las masas titaníferas comienzan a aumentar los elementos coloreados, y cuando llega a desaparecer el feldespato, se integra la

(1) Comp. Rend., CII (1886), 709-711.

(2) Elementos de Mineralogía general (1862), 273.

masa por una mezcla de ilmenita con silicatos ferromagnesianos. El punto de partida es un magma complejo en el que los silicatos básicos se disuelven en los alcalinos y después tiene lugar la diferenciación de dos rocas: una peridótica, que arrastra el platino, cromo, níquel y cobalto, y otra con silicatos aluminico-cálcicos (labrador, anortosa), a la que se asocia el titanio.

Estudiando detalladamente la diferenciación de un magma básico complejo, como hicieron J. H.-L. Vogt (1) y C. F. Kolde-rup (2) al investigar el yacimiento titanífero de Andopen en las Lofoten (Noruega), se percibe, efectivamente, la tendencia a la separación de las dos expresadas categorías de rocas, siendo de notar que las segregaciones metalíferas se efectúan de muy distinto modo en cada uno de dichos casos. Con el exceso de peridoto, es decir, con la magnesia, van el platino, cromo, níquel y cobalto, mientras que con la cal, o sea el gabro (que de un modo accesorio puede contener olivino), lo hace el titanio. y, al desaparecer completamente la primera de las referidas bases, puede llegarse a rocas formadas de modo exclusivo por plagioclasa básico e ilmenita, conteniendo hasta 40 por 100 de TiO_2 .

Las menas titaníferas de esta naturaleza deben considerarse, pues, como segregaciones básicas. típicas, habiendo demostrado Vogt que con análisis bien efectuados puede reconocerse el titanio, en proporciones muy sensibles, en todas las segregaciones de magnetita.

Siguiendo analíticamente el progreso de la concentración, se observa: *a)* que la sílice descende a 20 cuando los óxidos de hierro y titanio se elevan a 70; *b)* que la sílice baja a ocho mientras los citados óxidos llegan a 80; *c)* que la sílice desaparece completamente. A la vez que el anhídrido silícico disminuye la alúmina, aunque con menor rapidez, y así, al final pueden quedar aisladas por excepción espinelas o magneto corunditas.

En una roca media, el titanio se halla con respecto al hierro en la relación 1 : 15, la cual llega a 1 : 10 en el gabro y excede 1 : 5 en los minerales de hierro titanado.

Los estudios al microscopio prueban que en Andopen se se-

(1) Weitere Untersuchungen über die Auscheidungen von Titaneisenerzen in basischen Eruptivgesteinen-Zeit. f. prak. Geol. (1900), 233-242.

(2) Petrogr. Beschreibung Lofotens ac. Bergens Museum Aarborg., VII (1898), 1-54.

pararon los silicatos magnesianos antes que la magnetita titanífera, y de existir en el mineral sulfuro de hierro y espinela, las segregaciones se efectúan según el orden: pirita, espinela, titanomagnetita, es decir, apartándose de la regla en virtud de la cual los minerales de hierro pertenecen a las separaciones más antiguas. Probablemente debió existir poca agua en la realización del fenómeno, y la temperatura de consolidación sería elevada, próxima quizá, a 1.450°, punto de fusión de la ilmenita, según Brun (1).

La composición inicial del magma no podría menos de intervenir en el particular enriquecimiento metalífero, pero parece evidente también que el modo de cristalización, como ciertas pequeñas variaciones en la composición química, determinarían por contragolpe la concentración de uno u otro de los metales.

Del modo expresado se originan los yacimientos de magnetita titanífera y la mayoría de los de ilmenita, cuyas especies componentes constituyen asociaciones complejas, estudiadas microscópicamente por J. T. Singewald (2) y C. H. Warren (3), que las han referido a cuatro tipos.

Al primero, de gran homogeneidad, corresponden los minerales de los yacimientos de Miask (Urales), Arendal y Snarum (Noruega), aunque la ilmenita de las dos últimas localidades contiene un gran exceso de Fe^2O_3 , inclinando a creer que existe ancho campo de miscibilidad entre las moléculas $R TiO_3$ y Fe^2O_3 , si es que en realidad se hallan presentes.

El segundo tipo ofrece una asociación de granos de ilmenita homogénea y magnetita, apareciendo en Lake Sanford, Iron Mountain (Wyoming), etc..., y abarcando también muchos de los hierros magnéticos titaníferos.

Al tercero, que se presenta en Saint Urbain (Canadá) y Eker-sund (Noruega), corresponden las asociaciones cristalográficas bien definidas de ilmenita y hematites, producidas probablemente por una disolución sólida original, sin mezcla de ningún género.

(1) W. Lindgren: Mineral Deposits (1919), 797.

(2) The microstructure of titaniferous magnetite. Econ. Geol., VIII (1913), 207-214.—U. S. Bur. of Min., Bull. 13 (1913).

(3) The microstructure of certain titaniferous iron ores. Econ. Geol., XIII (1918), 419-446.—Am. Jour. Sci., 4.^a ser., XXV (1908), 12-38; XXXIII (1912), 263-277.

El cuarto tipo, finalmente, en el que deben incluirse determinados ejemplares de Cumberland (Rodas) e Iron Mountain (Wyoming), ofrece una asociación de magnetita e ilmenita, extraordinariamente pequeña y orientada regularmente. Warren supone la existencia de una disolución sólida limitada de moléculas de ilmenita y magnetita con una eutéctica, como, asimismo, que la ilmenita y hematites forman otra disolución sólida completa a elevadas temperaturas, pero con un cierto intervalo de transformación y miscibilidad limitada a temperaturas más bajas.

Los yacimientos que consideramos, por constituir, según hemos visto, formaciones profundas, están localizados en el globo en regiones tales como Siberia, Finlandia, Escandinavia, Brasil, Estados Unidos, Canadá y Australia, constituyendo muchas veces verdaderas montañas.

Siberia, además de los yacimientos de los montes Ilmen, cerca de Miask (Urales), posee masas enormes de hierro titanífero poco reconocidas.

En Finlandia aparece la titanomagnetita cerca de Välimäki, entre Sordavala y Pitkäranta, al NW. del lago Ladoga, cuya región, formada por pizarras micáceas con andalucita y estauróti- da, filadios, pizarras cuarzosas y hornabléndicas, se halla cruzada por una diorita de grano grueso que manifiestamente proviene de un gabro. Según Blankett (1), tal plutonita, con aspecto de una masa dirigida de N. a S., atraviesa claramente las pizarras y está compuesta de plagioclasa, hornablenda (a veces con un núcleo de augita), epidoto, apatito, magnetita, muscovita y hierro oligisto. A determinada distancia del límite de las pizarras, se encuentran en el macizo masas básicas ricas en hornablenda y que encierran, además, dialaga, broncita, olivino y hierro titanífero.

Suecia ofrece los clásicos yacimientos de Taberg, al S. del lago Wetteren (Smaland), descritos por A. Sjögren (2) y A.-E. Törnebohm (3) y explotados desde hace tres siglos, observándose una norita olivínica que encierra un núcleo de peridotita con magnetita titanífera, plagioclasa muy básico y un poco de vanadio, me-

(1) Välimäki malmfält. Geol. Fören. Förh. (1896), 201.

(2) Om Förekomsterna af Tabergs Jernmalmsfyndighet.

(3) Om Taberg i Smaland-Neues J. f. M. (1881), 610.

tal encontrado, asimismo, en diversas formaciones análogas. También existen yacimientos en los gabros de Langhult y Ransberg y en los de Norrbotten, con la particularidad de una determinada riqueza en espinela.

En Noruega aparece la histatita en la región de Kragerö, conocida largo tiempo merced a los trabajos de Kjerulf y Dahl (1), e igualmente se observan grandes cantidades de ilmenita en el distrito de Ekersund Soggendal, al S. de Stavanger, en cuyo punto existe un macizo hipógeno, cuya masa principal está constituida, según H.-L. Vogt (2), por feldespato labrador con algo de hiperstena y, accesoriamente, enstatita, broncita y una corta cantidad de ilmenita. Esta norita pasa de labradorita pura a roca con abundante hiperstena y biotita, o bien a una masa granítica con broncita o enstatita, y los filones, relacionados directamente con el magma, ofrecen norita con ilmenita en proporción media de 40 por 100, labrador, hiperstena y algunos núcleos de apatito.

El célebre yacimiento de Routivara, sobradamente conocido por las descripciones de W. Peterson (3) y A. Sjögren (4), constituye una masa enorme de hierro titanífero, cuyas dimensiones hacen considerarla como de las mayores del mundo. Es un buen tipo de segregación en un macizo de gabro del grupo de las noritas olivínicas, cuya roca fundamental, muy metamorfozada, se halla formada casi exclusivamente por labrador alterado. En las proximidades del yacimiento se encuentra, en filones muy localizados, una variedad anfibólica o micácea, y la masa del mineral, sita en el centro mismo del macizo, ofrece magnetita titanífera, ilmenita, olivino y espinela verde (pleonasto o hercinita), cuya especie, notablemente frecuente, pertenece a dos tiempos de consolidación distintos y aproxima el yacimiento a los de Taberg y Ransberg.

Concentraciones de ilmenita se observan, finalmente, en Taggefjord, Jössingjord, Blaafjeldet y Storgagan (5).

(1) Ann. d. Min., IX, 269.

(2) Norske erts forekomster—Argh. f. math og Natury. Kristiania, X y XII, 101, 8.—Om Dannelse af jernmalm forekomster (1892).

(3) Om Routivare järnmalmfält i Norrbottens Län-Geol. Fören. Förh., número 148 45-54.

(4) En ny järnmalmstyp representerad af Routivare malmberg. Geol. Fören. Förh., n.º 148, 55-63 y 140-143.

(5) Chem. Trade. Journ. (1920), 25 sept.—Chem. Met. Eng. (1920), 27 oct.—The Mineral Industry (1920), 678-679.

Los yacimientos de los Estados Unidos son casi inagotables, destacando por su importancia la región de Adirondacks, cerca de Elisabethtown (Nueva York), donde el hierro titanífero, según expresa J. F. Kemp (1), se encuentra en un gabro intrusado en un gran macizo de anortosita. La mena es una asociación granular de magnetita e ilmenita con un máximo de 15 por 100 de TiO_2 , formando masas tabulares o irregulares que ofrecen tránsito a la roca de la caja o aparecen a modo de diques bien determinados. Contiene plagioclasa, piroxeno, olivino, hornablenda, granate, pirita, apatito, espinela y cuarzo.

En Minnesota existen otros yacimientos estudiados por F. J. Pope (2), N. H. y H. V. Winchell (3) y T. M. Broderick (4), y en Iron Mountain, según W. Lindgren (5), S. H. Ball (6) y J. F. Kemp (7), aparece un gran dique de ilmenita cruzando una anortosita que contiene muy poco piroxeno. El mineral ofrece inclusiones de olivino, espinela y magnetita, y constituye uno de los ejemplos más notables de diferenciación magmática profunda.

Se encuentran asimismo formaciones titaníferas en Lake Sandford, Colorado y Wyoming, donde las magnetitas poseen el mayor contenido de titanio, y, finalmente, se observan otros yacimientos en Nueva Jersey, Washington, Pensilvania, Virginia, Georgia, Florida y Carolina, como indica R. B. Ladoo (8).

En el Canadá, cerca de la bahía de San Pablo, aparecen masas titaníferas considerables que encierran hasta 35 por 100 de TiO_2 . El yacimiento más importante radica en Saint Urbain (Quebec), habiendo sido descrito por C. H. Warren (9). Las masas de ilmenita, de forma alargada que las asemeja a un dique, se encuentran incluidas en una anortosita, y algunas de las menas ofrecen rutilo abundante, granos azules de zafirina, andesina, biotita y espinela.

(1) Titaniferous iron ores of the Adirondacks.—Nineteenth Ann. Rept., U. S. Geol. Survey, pt. 3 (1893), 383-422.

(2) Trans. Am. Inst. Min. Eng., XXXIX (1902), 37-405.

(3) The iron ores of Minnesota.—Geol. Surv. of Minn. (1891).

(4) Magnetic surveys of the magnetite deposits of the Duluth gabbro.—Econ. Geol., XIII (1918), 35-49.

(5) Science, new ser., XVI (1902), 981-985.

(6) Bull. U. S. Geol. Surv., CCCXV (1907), 206-212.

(7) Zeitschr. f. prakt. Geol. (1905), 71.

(8) Non.—Metallic Minerals (1925), 630-632.

(9) An. Journ. Sci. 4^a ser., XXXIII (1912), 263-267.

Por último, en Australia Occidental merece citarse el yacimiento ferrotitanífero enclavado en el distrito de Murchison (Gabanintha), donde, según las descripciones, aparece una gran masa filoniana de 1.500.000 toneladas con 12 por 100 de TiO_2 .

Las formaciones de que tratamos no se hallan exclusivamente en las diversas plutonitas comprendidas bajo la denominación genérica de gabro (labradoritas, anortositas, noritas, gabros olivínicos...), pues aunque esto sea lo más general, se observan determinados casos en los que el hierro y el titanio han llegado a concentrarse en otro tipo de rocas características también de los medios profundos: las sienitas eleolíticas ricas en sosa, donde se encuentran las tierras raras y el grafito.

En la isla de Ainö, sita en el golfo de Botnia, cerca de la costa oriental de Suecia, aparece la magnetita titanífera en medio de masas básicas de sienita nefelinica, cuya roca se subdivide en gran número de variedades y está ligada estrechamente a ciertas masas notables de caliza cristalina que podrían constituir secreciones primarias de un magma extremadamente básico. La roca encajante es un gneis alterado por el metamorfismo de contacto y las masas que aparecen en la sienita nefelinica se distinguen por el gran contenido de magnetita titanífera, la riqueza en apatito, los numerosos silicatos ferromagnesianos y la ausencia de feldespatos, nefelina y cancrinita.

Siendo el macizo brasileño homólogo de los norteamericano y escandinavo con respecto a su constitución tectónica, natural parece que ofrezca yacimientos semejantes y que cuente con abundantes masas de magnetita titanífera. Así, en la provincia de Sao Paulo radican las minas Jacupiranga e Ipamena, donde, según O. Derby (1) y E. Hussak (2), los minerales constituyen segregaciones de una piroxenita granular ligada, como sus afines, a las rocas nefelínicas por tránsitos numerosos de unas a otras.

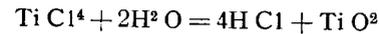
También en los montes Ilmen, cerca de Miask (Urales) y en Magnet Cove (Arcansas), se encuentran yacimientos de hierro titanífero relacionados directamente con las sienitas eleolíticas.

En una segunda categoría de yacimientos, el titanio se presenta bajo la forma de rutilo en un medio ácido (pegmatitas), ha

(1) On Nepheline Rocks in Brazil.—Quar. Jour. Geol. Soc., XLVII (1891), 251.

(2) Ueber Brazilit, &...—N. J. f. M. (1892), II.

biéndose verificado su cristalización, según expresa de Lauenay (1), gracias a la intervención de mineralizadores energicos, quizá clorofluoruros, como supuso Daubrée (2) al realizar experimentalmente la reacción:



que permite explicar la formación de los filones por los fenómenos pneumatolíticos, y, por lo tanto, en condiciones totalmente distintas de las que produjeron las segregaciones de hierro titanífero y que recuerdan en el caso actual la formación de la casiterita.

Esta cristalización del anhídrido titánico parece corresponder a una reacción menos profunda que la que hemos considerado primeramente, cuya reacción aparece bien acusada en las áreas de diastrofismo más moderno (regiones caledonianas, hercynianas y, por excepción, alpinas).

En los yacimientos célebres de Oisans, en el Delfinado (Francia), la brookita y la anatasa acompañan al cuarzo y a la albita en pequeños filones que rellenan las fisuras de una granulita.

En Noruega aparece el rutilo en un cierto número de localidades, pero el yacimiento de mayor importancia, desde el punto de vista comercial, es un gran dique de aplita con la indicada especie que se halla cerca de Kragerö, en la costa SE. del país.

Hasta hace no mucho tiempo el único rutilo producido en los Estados Unidos provenía de las minas de la «American Rutile Co», situadas en Roseland, condado de Nelson (Virginia). El yacimiento se encuentra en una sienita pegmatítica compuesta de cuarzo azul, feldespato albita y, en ciertos sitios, hiperstena uralitizada en hornablenda. Contiene 4-5 por 100 de rutilo, la misma proporción de ilmenita y una gran cantidad de apatito, hallándose los minerales titaníferos en grandes segregaciones o bien diseminados en pequeños granos.

En Australia del Sur, finalmente, existen yacimientos de rutilo cerca de Mount Crawford.

Indiquemos, en último extremo, la existencia de aluviones titaníferos en numerosos puntos del globo, siendo los más notables los enclavados en la orilla N. del río San Lorenzo en la des-

(1) *Traité de Métallogénie* (1913), I, 852.

(2) *Géologie experimentale* (1879), 41.

embocadura del Moisié; las arenas situadas entre Point-Mendocino (California) y la desembocadura del Umpqua (Oregón); las de la isla de Yesso (Japón) y las cercanas a la ciudad de New Plymouth (Nueva Zelandia).

III.—YACIMIENTOS ESPAÑOLES

En nuestro país aparece el titanio en asociación con el oro, formando aluviones explotables, señalados por L. Espina y Capo en la provincia de Cáceres (1), como consecuencia de la denudación de un gran número de filones cuarzosos y aun de sulfuros arseniuros y telururos auríferos acompañados de ilmenita, plomo y plata, y cruzados por otros de estaño, tungsteno, titanio y hierro, todos ellos enclavados en la formación granítica que corresponde a la sierra de Gata.

Cuenta tal sierra con una longitud de 40 kilómetros desde lo alto del valle de Arrago hasta el puerto de Navafría, al pie de la sierra de los Llanos, y la región culminante, conocida con el nombre de Jálama, aparece más ríscosa que los montes cercanos, hallándose coronada por gigantescos y amontonados canchales de granito.

Esta plutonita forma en la comarca, según expresan J. Egozcue y L. Mallada (2), cuatro manchones principales: los de Jálama, Gata, Santibáñez y otro comprendido entre Hernán-Pérez y Torre de Don Miguel. El primero, que tiene en dirección NW.-SE. una longitud de 20 kilómetros, con anchura media de 10, ofrece contornos irregulares y comprende en su perímetro los pueblos de Eljas, San Martín de Trevejo, Trevejo y Villamiel, encontrándose en tales puntos relieves y eminencias de 100 a 300 metros de elevación sobre las riberas y hondonadas.

Las demás manchas, mucho más pequeñas, están separadas por estrechas fajas de filadios blandos o pizarras metamorfozadas de edad cambriana. La septentrional se dirige desde el pueblo de Gata al puerto del mismo nombre y mide ocho kilómetros en dirección N.-S. y cuatro en su mayor anchura, ocupando las ás-

(1) *Est. Min. Esp.* (1909), 117; (1910), 136-37; (1912), 130.

(2) *Memoria geológica-minera de la provincia de Cáceres. Mem. Com. Map. Geol. Esp.* (1876), 81.

peras vertientes que dominan al N. la citada villa, y destacando en morros salientes y picos agudos como el de Almenara.

El macizo de Santibáñez el Alto constituye el relieve donde se encuentra el pueblo, en el que sobresalen tres cerros que dominan las llanuras de Moraleja. Cuenta con una longitud media de nueve kilómetros en sentido E. W. y una anchura que oscila entre dos y tres.

El granito es generalmente blanco agrisado, ofreciendo grano grueso o textura porfidica, y su composición varía entre límites amplios. Suele presentar dos feldespatos: ortosa y, en asociación bastante íntima, un plagioclasa de color amarillento, pardusco o rojizo, probablemente oligoclasa. Cuando domina esta última, la roca adquiere en determinados puntos la apariencia de una arcosa, y, de faltar los filones de cuarzo o el tránsito más o menos rápido a otro granito de mayor tenacidad, se creería que formaba un suelo reciente.

La mica suele corresponder al género biotita, aunque a veces hace también aparición otra plateada, que es la dominante en ciertas zonas (Valverde del Fresno, Eljas...), y el cuarzo, escaso en algunos puntos, abunda tanto en otros que llega a constituir hasta la mitad de la roca. Suele presentarse esta especie en pequeños granos; pero en determinadas áreas, como el puerto de Gata, forma elementos bastante gruesos.

Toda la región granítica de la sierra tiene limitados en gran parte sus contornos por estratos pizarreños micíferos, tan blandos y deleznable, que en ciertos sitios (Torre de Don Miguel, Hernán-Pérez, Villanueva de la Sierra, entre Perales y Gata, Valverde y Cilleros...) son explotados por los alfareros, y entre los isleos de Gata y Santibáñez el Alto media una faja de filadios cambrianos de algunos kilómetros de longitud por uno de anchura media, que se extiende por la depresión de Torre de Don Miguel.

Dichos filadios son glandulosos, blandos, ofreciendo en conjunto un aspecto terroso y quebradizo, con matices pardos, rojizos o amarillentos. La parte glandulosa se dibuja en esferoides de dos a seis milímetros cúbicos de volumen, entre los que se advierte otra parte menos consistente y de color amarillento. Toda la masa aparece salpicada de pajuelas casi microscópicas de muscovita.

La abundancia de esta última, como la presencia de las glándulas, se deben a acciones metamórficas que se han manifestado en la zona de contacto con el granito, metaformismo que se revela, asimismo, por una tendencia al desarrollo de la estauró-tida por el endurecimiento de los filadios o, finalmente, por su disgregación en tierras untuosas.

Como consecuencia de los esfuerzos tectónicos, se produjeron en el macizo de sierra de Gata resquebrajaduras o grietas longitudinales, transversales y estrelladas, unas en el granito, otras, muy numerosas, en las pizarras, con la particularidad estas últimas de su repetición en áreas reducidas. Tales grietas, de espesor variable, pero que llega a veces a dos y hasta seis metros, se rellenaron por acciones ígneas o hidrotermales de cuarzo y silicatos, acompañados de hierro, titanio, oro, uranio, teluro y rubidio, y, en virtud de las lentas pero continuadas acciones de los agentes epigenéticos y de las no menos importantes debidas a los cursos de agua naturales, se originaron los placeres existentes.

Por efecto de los expresados fenómenos de erosión, arrastre y sedimentación, el titanio, en compañía del oro y de los demás metales asociados, viene a depositarse en los lugares más apropiados (recodos y anfractuosidades de las rocas del fondo de los ríos), arrastrando en un principio los fragmentos de las rocas en que yace y perdiendo más tarde, paulatinamente, la ganga cuar-zosa. En fin, los repetidos choques del arrastre llegan a producir un polvo extraordinariamente fino que gana en riqueza a medida que disminuye el tamaño de los granos, y en el que los elementos se clasifican según sus densidades: los metales, en la parte inferior; sobre ellos, el estéril, y, en último término, los polvos metálicos más finos, envueltos por los fangos, que llegan a recorrer grandes distancias.

Los yacimientos se han clasificado del siguiente modo:

a) *Hilonos o región de montaña.* — Enclavados en la sierra de Gata y aun en la de Francia, todavía no exploradas suficientemente y cuyo estudio geológico y metalogénico reviste extraordinario interés.

b) *Placeres en barranco.* — En el origen de los ríos y corrientes acuíferas, todavía en plena región montañosa, se originan los

primeros depósitos, principalmente en los barrancos estrechos y profundos donde se presenta el mineral en granos gruesos y con aristas vivas.

c) *Placeres en canal.*—En los primeros valles, los cursos de agua son ya más lentos y sinuosos, formándose en el fondo de los lechos un canal de menor anchura, que favorece la sedimentación, y depositándose las substancias en los coronamientos que forman las capas, cuyo buzamiento se verifica en el mismo sentido de la corriente acuífera.

d) *Placeres de llanura.*—En las riberas altas de los ríos se depositaron los minerales con ocasión de las grandes crecidas, rellenando las grietas de las rocas que constituyen el álveo.

e) *Bancos aluviales.*—Antiguos placeres que han llegado a constituir bancos, a veces de bastante espesor, constituídos por las primeras orillas del primitivo río, sobre las cuales las grandes avenidas depositaron todos los materiales en tiempos lejanos y que la acción del agua y los agentes externos han llegado a convertir en bancos recubiertos de tierra vegetal.

Todos estos yacimientos radican, lógicamente, en las distintas cuencas hidrográficas de la comarca, apareciendo en el fondo y las orillas del río de los Angeles, en Casar de Palomero; en la ribera de Gata; en el río Arrago, en la zona de Moraleja y Huélagá; en el Eljas, partiendo del término de Cilleros y corriendo a lo largo del de Zarza la Mayor, y, finalmente, en los cursos del Tiétar, Salor, Morcillo y otros que, como sus afluentes, ofrecen depósitos de la misma naturaleza.

Pero los mejor reconocidos se encuentran a lo largo del Alagón y sus arroyos tributarios, desde el molino situado al pie de Valdeobispo, que lleva el nombre de Molino Conejero, hasta el hilo divisorio de los términos de Coria, Casillas de Coria, Pescuesa y Portaje, en una longitud de unos 70 kilómetros.

El Alagón, originado por un conjunto de fuentes naturales que se aumenta con la fusión de la nieve acumulada en las regiones altas, constituye el afluente más caudaloso del Tajo en la provincia de Cáceres, y ofrece, como los demás ríos extremeños, un curso sinuoso, debido a la naturaleza de las rocas que atraviesa. Con régimen torrencial, marcha entre escarpes de profundidades diversas, depositando en ambas márgenes, con ocasión de las

grandes crecidas, importantes bancos de aluviones metalíferos, mientras en el fondo del álveo quedan las arenas más finas.

Los bancos forman una banda de 200 metros de anchura, que llega en ocasiones hasta tres kilómetros, y su espesor, variable, no baja nunca de dos o tres metros, y alcanza 30 en determinados sitios. Sin pecar de exageración, puede asignárseles una potencia media de cuatro metros, con lo cual se obtiene una cubicación de 231.360.000 metros cúbicos.

Estos aluviones contienen hierro titanado en polvo fino, con una ley de bastante consideración. El análisis realizado por G. A. Perret, de París, dió el siguiente resultado:

Anhídrido titánico.....	50-60 por 100.
Oxido férrico.....	40-50 —
Sílice.....	Indicios.

el cual da un titanio metálico de 30 a 35 por 100, riqueza excepcional para menas de esta naturaleza.

La especie mineral titanífera ofrece la siguiente composición:

Anhídrido titánico.....	55,55
Oxido férrico.....	43,35
Sílice.....	} 1,10
Magnesia.....	
Cal.....	
Alúmina.....	

debiendo clasificarse, en consecuencia, como una ilmenita de fórmula mineralógica: Fe Ti O³, algo impurificada por la cal, alúmina y óxido de manganeso, procedentes de la descomposición de las tierras calizas, arenas y hierros manganosíferos que arrastran las aguas fluviales en compañía de los aluviones.

La ilmenita que nos ocupa aparece en menor proporción que en otros yacimientos, como, por ejemplo, los escandinavos, pero en cambio su riqueza es mucho mayor, pues mientras en éstos no excede de 24 por 100 Ti, en Cáceres pasa del 35. Además, los aluviones ofrecen por metro cúbico de tierra, que equivale a tonelada y media de arena, una cantidad variable entre 0,25 gramos y 3 gramos de oro puro, el cual aparece en polvo, pequeñas lentejuelas y hasta pepitas de cierta consideración.

El análisis industrial es, pues el siguiente:

Ilmenita.....	5 por 100,
Oro.....	1 gramo por tonelada,

y como ambos metales se encuentran en granos distintos, bastaría una sencilla preparación mecánica, por orden de densidades, para obtener la separación de los mismos.

Estos yacimientos dieron lugar, hace algunos años, a que se practicasen demarcaciones y registros y a la formación de tres Sociedades extranjeras; mas las exageradas pretensiones de los dueños de la superficie produjeron la desilusión de los explotadores, que, ante un laboreo impracticable, hubieron de abandonar las concesiones.

La paralización de los trabajos suspendió diversas investigaciones que venían realizándose en los demás ríos de la comarca, pero por las efectuadas cabe afirmar que los yacimientos del Alagón pueden revestir importancia si con ellos llegara a efectuarse una explotación ordenada por métodos económicos y de gran rendimiento como existen en Europa y, todavía mejor, en África y América del Norte.

Claro es que previamente al establecimiento de una explotación de este género se hace precisa la investigación minuciosa de los yacimientos y debe además tenerse en cuenta que los indispensables movimientos de tierras exigen un capital flotante de consideración para indemnizaciones y expropiaciones de los terratenientes.

IV.—BENEFICIO DEL TITANIO

Hasta hace pocos años los minerales de titanio tenían pocas aplicaciones. En Inglaterra se efectuaron tentativas diversas para fundir en escala comercial las magnetitas titaníferas, pero no tardaron en ser abandonadas ante la imposibilidad de resolver satisfactoriamente el tratamiento en el horno alto. Así en el indicado país era difícil vender en 1918 menas ferríferas con más de 2 por 100 de anhídrido titánico.

Las objeciones contra el empleo de minerales de esta naturaleza no se referían a la calidad del hierro obtenido, sino más bien a que en las condiciones ordinarias de trabajo en el horno alto se producían escorias viscosas a la vez que ciertos agregados de nitruro y carbonitruro de titanio en las zonas superiores del horno y aumentaba además el consumo de combustible.

La fusión de que tratamos ha sido estudiada particularmente por B. J. Harrington (1), D. Forbes (2), W. M. Bowron (3), E. von Maltitz (4), J. T. Singewald (5) y A. J. Rossi (6), expresando este último que las dificultades relativas a la infusibilidad de las escorias llegan a desaparecer cuando las menas se someten a un tratamiento adecuado, lo cual queda demostrado, por otra parte, por el hecho de que numerosos minerales ferríferos con 8-15 por 100 de TiO_2 se han beneficiado satisfactoriamente durante veinte años en la región de Adirondacks (Estados Unidos).

En cambio la fusión directa de los hierros titaníferos en el horno eléctrico ha rendido resultados aceptables según indican G. Gin (7) y A. Stansfield (8).

Uno de los empleos más importantes de las menas de titanio es la producción de ferroaleaciones destinadas en siderurgia a la purificación del hierro colado y del acero. Se fabrican dos tipos denominados «ferrotitanio» y «ferrocarbottitanio» de la siguiente composición:

I		II	
Titanio....	10-15 por 100.	Titanio.....	10-15 por 100.
Carbono... Menos de 1	—	Carbono.....	5-8 —
Silicio.....	0,35 —	Silicio.....	0,35-1 —

no llegando las impurezas a 0,5 por 100.

El primero, o sea el desprovisto de carbono, resulta más caro que el último, y por ello solamente viene empleándose en algunos aceros especiales.

He aquí dos análisis de aleaciones comerciales debidos a R. J. Anderson (9):

I		II	
Silicio	1-1,5.	Silicio.....	1,41.
Titanio.....	25 .	Titanio.....	15,79.
Carbono.....	» .	Carbono.....	7,46.
Manganeso.....	» .	Manganeso.....	0,11.
Aluminio.....	5-6 .	Aluminio.....	0,80.
Fósforo.....	0,05 .	Fósforo.....	0,05.
Azufre.....	0,01 .	Azufre.....	0,08.

(1) Rep. Geol. Sor. Canadá (1874), 249.—(2) Chem. News., XVIII (1868), 275.—(3) Trans. Amer. Inst. Min. Eng. XI (1882), 159.—(4) Stal und Eisen, XXIX (1909), 1.593.—(5) The Titaniferous Iron Ores in the United States (1913).—(6) Trans. Amer. Inst. Min. Eng., XXI (1893), 832.—(7) Trans. Amer. Electrochem. Soc., XI (1907), 291.—(8) Canadian Min. Journ., XXXIII (1912), 448.—(9) Journ. Francklin Inst., CLXXXIV (1917), 469, 637, 885.

Se obtienen además ferros con 40-60 por 100 de Ti, silicotitanios con 13-75 por 100 de silicio y 5-70 de titanio, y manganotitanios con 30-35 por 100 de Ti, empleándose, asimismo, en la fundición del cobre una aleación de este último metal con 5-12 por 100 de Ti (cuprotitanio).

Para la producción industrial de ferrotitanio han sido ideados varios procedimientos que menciona B. Stoughton (1), pero en realidad puede decirse que existen dos métodos generales cuya aplicación queda subordinada a la naturaleza de la aleación a obtener.

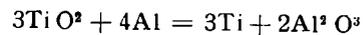
Cuando se trata de fabricar el ferrotitanio, o sea la aleación libre de carbono, se acude al procedimiento clásico de H. Goldschmidt (2), que consiste en emplear la mena mezclada con aluminio en polvo, aunque también puede incorporarse directamente el titanio al baño de hierro fundido, según expresa A. Coutagne (3), añadiendo aglomerados de «titanotermita», cuya composición es:

Anhídrido titánico.....	23,00
Oxido férrico.....	45,00
Aluminio.....	25,00
Ganga.....	7,00

Pero es preferible el método de A. J. Rossi (4), que emplea un baño de aluminio exento de carbono, sometiendo el metal en fragmentos a la fusión en el horno eléctrico y agregando más tarde la cantidad necesaria de lingote de hierro o de mena ferrífera rica cuando debe obtenerse una aleación enteramente libre de carbono.

En cualquiera de ambos casos se produce en el fondo del horno una capa de hierro fundido, sobre la que flota el aluminio, y sobre tal capa va colocándose el mineral de titanio, que pronto se reduce al estado metálico para combinarse con el hierro.

La reacción producida:



(1) Notes on Titanium and on the Cleansings Effect of Titanium on Cast Iron. — Bull. Amer. Inst. Min. Eng. (1912), 1.245-75.

(2) Electrochem. Met. Ind., III (1905), 226.

(3) La fabrication des ferroalliages, fontes électriques et métaux spéciaux (1924), 533.

(4) Electrochemical Industry (New York), I (1903), 527.

desarrolla una energía tal, que la hace continuar por sí misma, de manera que sólo es necesaria una corriente muy pequeña para mantener el baño a la temperatura debida. Así, al cabo de cierto tiempo, debe disminuirse paulatinamente la intensidad de la corriente.

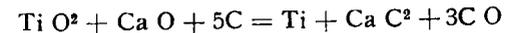
La mayor parte del aluminio pasa a la escoria, pero aún queda en la aleación un 10 por 100 que puede eliminarse gracias a una nueva adición de mena titanífera.

Como minerales de esta naturaleza se emplean indistintamente el rutilo o la ilmenita; pero al hacer uso de esta última, debe tenerse en cuenta un aumento en el consumo de aluminio que sirve también de reductor del óxido férrico contenido en tal especie.

El proceso rinde aleaciones con 10-75 por 100 de titanio y solamente 0,12-0,75 por 100 de carbono, las cuales ofrecen color blanco argentino y fractura con grandes facetas cristalinas las de baja ley, pues las más ricas tienen grano más fino y matiz menos blanco. Todas rayan al vidrio, pero la dureza como la fragilidad dependen del contenido de titanio y aumentan con éste.

En el caso del ferrocotitanio, en cuya fabricación no estorba, como es lógico, la presencia del carbono, se emplea la ilmenita finamente pulverizada y mezclada con carbón vegetal, sometiéndola, en un horno eléctrico de arco del tipo Siemens, a una temperatura superior a 1.927°.

A veces, con objeto de disminuir las pérdidas debidas a la volatilización del titanio, A. J. Rossi hace uso de la cal, añadiéndola a la carga del horno. La reacción que tiene lugar es:



Así se obtienen aleaciones con 15-18 por 100 de titanio, 5-8 por 100 de carbono y el resto de hierro, cuyas aleaciones cuentan con un matiz gris obscuro acerado y presentan en la fractura facetas cristalinas de grafito con brillo adamantino. Tienen menor dureza que las anteriores, pero rayan también al vidrio.

Las aleaciones que llevan el nombre de silicotitanio se fabrican reduciendo en el horno eléctrico mezclas de rutilo, arena y carbón, y el ferrosilicotitanio, agregando lingote de hierro, más una cierta proporción de hematites, a la carga del horno.

El cuprosilicotitanio se obtiene por adición de cobre al silicotitanio, y el cuprotitanio, empleando el método de Rossi, en el cual se reemplaza el hierro por el cobre. Por último, el mangantitanio se fabrica por el procedimiento de Goldschmidt, que rinde aleaciones con 30-35 por 100 de titanio.

Las sales de este cuerpo, bastante empleadas para distintos usos, se obtienen industrialmente merced a métodos diversos. Uno de ellos es fundir el rutilo con tres partes de carbonato sódico potásico tratando por el agua la masa obtenida. El titanio queda en el residuo insoluble bajo la forma de titanato sódico-potásico, por cuya razón dicho residuo debe tratarse primeramente con ácido clorhídrico concentrado, más tarde con amoníaco y, finalmente, con ácido sulfhídrico. El hierro se precipita en estado de sulfuro que puede eliminarse por medio de una corriente de anhídrido sulfuroso, mientras el titanio queda aislado en forma de hidróxido.

Otro método consiste en tratar el rutilo con carbón, sometiendo a la elevada temperatura del horno eléctrico; pero puede también emplearse la ilmenita mezclada con carbón y sulfato sódico, según indican Rossi y Barton (1). El carburo formado se convierte en cloruro, como expresa Stähler (2), merced a una corriente de cloro seco.

En un tercer procedimiento, por fin, se calienta el mineral a 1.000° para sumergirle después en agua fría, con lo cual se reduce a polvo, que se mezcla con la mitad de su peso de aluminio, llevándolo a la ignición por medio del magnesio. La masa resultante se calienta al rojo en una corriente de cloro seco y por destilación se obtiene el tetracloruro de titanio.

V. — APLICACIONES.

El titanio cuenta, según hemos dicho, con aplicaciones de importancia en la industria siderúrgica, donde se emplea bajo la forma de ferroaleaciones para desoxidar y desnitrógenar el hierro y el acero, y para comunicar también determinadas cualidades a algunos aceros especiales.

(1) Pat. Norteamericana, 1, 171, 542, Feb. 1916.

(2) Ber. Deutch. chem. Ges., XXXVIII, 2,619.

La presencia de ciertos elementos en cantidades mínimas, produce efectos acusados sobre la calidad del acero. El nitrógeno, según Braune (1), aumenta al principio la dureza reduciendo la ductilidad y en proporción de 0,03-0,035 por 100, hace completamente quebradizo al acero duro. Además, su presencia da lugar a la «rotura en frío» por favorecer la «segregación» del azufre, fósforo y carbono, fenómeno que proviene de las combinaciones del hierro y manganeso con dicho elementos, que al formarse producen gases desprendidos durante la solidificación del acero, acumulando en el vértice del lingote los compuestos menos densos. El Dr. Tholander encontró que un acero normal con 0,012-0,022 por 100 de nitrógeno, encerraba, después de tratado durante tres minutos en el convertidor, 0,32 por 100 de dicho metaloide.

La facilidad de combinación del titanio con aquél y con el oxígeno, puesta en evidencia por Wöhler, Sainte-Claire Deville y Moissan, le hace muy a propósito para combatir las mencionadas segregaciones, y como reduce considerablemente el desprendimiento de gases, elimina las «sopladuras», por razón análoga, resultando su empleo doblemente precioso.

La naturaleza de los resultados obtenidos añadiendo titanio al hierro y al acero, se halla en armonía con el estado del primero en la aleación, bien como metal, ora en estado de nitruro o de carburo. Algunas investigaciones (2) ponen de relieve el efecto en el hierro colado, viéndose que la adición de 0,3-1 por 100 al ferrosilicio mejora grandemente las propiedades mecánicas.

También ocasiona el titanio la reducción del tamaño de las partículas de grafito, la cual no puede atribuirse a la acción sobre las moléculas por no aparecer en el hierro ningún titanio metálico; más verosímil es que, como consecuencia de la afinidad con las impurezas, sean éstas absorbidas bajo la forma de compuestos insolubles en el hierro que actúan a modo de centros de formación de cristales de carburo titánico, presentándose al solidificarse la eutéctica. La cristalización de esta última se verifica mejor que cuando las impurezas permanecen en el metal.

Comstock (3) ha expresado los resultados prácticos que se lo-

(1) Stahl Eisen, XXVI (1906), 1,357, 1,431, 1,496.

(2) Iron Age, CXVII (1926), 1,340.

(3) Journ. Iron & Steel Inst. (1926).—Chem. Abst., XIV (1926), 3,436.

gran en el tratamiento del acero con el ferrocotitanio, cuyo empleo, como adición final, produce una desoxidación más completa que el ferrosilicio. La cantidad de que se hace uso varía generalmente de 0,5 a 2 kilogramos por tonelada de acero y el oxígeno contenido en éste decrece de 0,0048 por 100 a cero cuando la proporción de ferrocotitanio aumenta de 0 a 6 kilogramos por tonelada.

Los trabajos de K. P. Applegate estudiando la influencia del titanio en las propiedades magnéticas del hierro hacen ver que la adición de menos de 1 por 100 disminuye las pérdidas por histerénesis y aumenta la permeabilidad, mas si la proporción excede del límite señalado crecen también las pérdidas histeréticas.

En algunos casos se agrega al acero 10-15 por 100 de titanio para aumentar la resistencia transversal y la elasticidad, con lo cual resulta muy apropiado para la manufactura de ruedas de vagones, máquinas de cortar, etc. ... Los carriles de acero titinado se caracterizan por su gran resistencia y rigidez, aumentando la duración en 200-400 por 100 y ofreciendo menor tendencia a desconcharse en las cabezas que los carriles ordinarios. En 1910 se produjeron en América 250.000 toneladas de carriles de esta naturaleza y al año siguiente la Sociedad Ferroviaria Central de Nueva York hizo fabricar otras 41.500 toneladas que contenían el 1 por 100 de una aleación con 10 por 100 de titanio. En los últimos años estas cifras han disminuído considerablemente debido a que la mayor parte del acero tratado era del llamado Bessemer que se usa poco actualmente en los Estados Unidos para la fabricación de carriles.

La aleación de cobre y titanio con 5 por 100 de este último encuentra aplicación en la fusión del cobre, preconizando A. J. Rossi (1) la adición de 1-2 por 100 para obtener un metal compacto y sin sopladuras. Análogamente, el manganotitanio se usa en la manufactura del bronce como aleación desoxidante.

También aumenta el titanio la dureza del aluminio, según se desprende de los trabajos de Manchot y Leber (2) que han estudiado las aleaciones de ambos cuerpos. Con más de 20 por 100 del primero la aleación resulta muy dura, y cuando el contenido ex-

(1) Electrochem. Ind., I (1903), 523.

(2) Zeit. anorg. Chem., CL (19 6), 26.—Textile Colorist, XLVIII (1926), 463.

cede de 37,3 por 100 se origina una masa heterogénea que contiene titanio y sales de este elemento que no han sufrido descomposición.

La facilidad de combinación del titanio con el nitrógeno, evidenciada por Wöhler y Sainte Claire Deville, aunque menor de lo que se ha supuesto, según han demostrado no hace mucho Montemartini y Losana (1), es de tal naturaleza que permite emplear mezclas de anhídrido titánico y carbón para proteger los crisoles contra la introducción del nitrógeno en el caso en que este cuerpo puede comprometer las operaciones.

Podszus patentó el empleo de bloques fundidos de nitruro titánico para el revestimiento de los crisoles y hornos eléctricos y, siguiendo sus ideas, Bichowsky (2) imaginó la aplicación del polvo de nitruro sobre la superficie de los moldes y machos de fundición, particularmente en los destinados al moldeo del acero, pues el referido compuesto presenta gran resistencia al metal fundido, impidiendo que la arena del molde llegue a mezclarse con el acero líquido. De esta manera puede prescindirse de la molesta y costosa limpieza de los pequeños moldes.

No es necesario mucho nitruro, pero es esencial que quede repartido uniformemente dejando bien cubierta la superficie del molde. En los pequeños basta con una capa de 0,25 milímetros, al paso que en los grandes se hace preciso extender varias capas.

El titanio arde en el nitrógeno a la temperatura de 800 grados, produciendo diversos nitruros de fórmulas: Ti^3N , TiN , Ti^2N^2 , ... , cuya propiedad se ha empleado para la fijación del nitrógeno atmosférico, ya que tratando los nitruros por el vapor o los ácidos se llega a obtener amoníaco (3).

La gran resistencia y el elevado punto de fusión hacen también apto al titanio para los filamentos de las lámparas eléctricas de incandescencia. Trenzen (4) ha fabricado dichos filamentos reduciendo en frío el óxido titánico por medio del amoníaco, calentando el producto en el vacío a 1.200 grados y mezclándolo con un aglutinante tal como la disolución de caseína en el citado

(1) Il notiz. chim.-ind., I (1926), 237.

(2) Chem. Met. Eng., XXXIII (1926), 749-50.

(3) Pat. francesa, 387.002 (1908).—Pat. inglesa, 1.842 (1908).—Pat. norteamericana, 957.842-3.

(4) Journ. Soc. Chem. Ind. (1909), 877.

álcali. Con la mezcla se forman pequeños hilos que se calientan en el horno eléctrico, y últimamente se someten en el vacío a la acción de una corriente de tensión elevada.

Pero tales filamentos ofrecen el inconveniente de que la presencia de la más pequeña cantidad de carbono aminora el rendimiento hasta el punto de hacerlos prácticamente inservibles, y de aquí que se hayan substituido por otros más eficaces de tungsteno y tántalo.

El empleo de los compuestos de titanio (rutilo, ilmenita, carburo u óxido de titanio, etc..) en la fabricación de electrodos para lámparas de arco está basado en la elevada temperatura de vaporización y en el gran rendimiento relativamente a la radiación, según han expresado W. S. Weedon (1), R. W. Hutchinson (2), I. Ladorff (3) y G. M. Little (4). Con el rutilo se obtienen electrodos superiores a los de carbón, particularmente para el alumbrado de las calles; la denominada lámpara de magnetita produce una distribución uniforme de la luz en el plano horizontal estando el ánodo integrado por una mezcla de cromita y magnetita con 15-25 por 100 de rutilo.

Asimismo el carburo de titanio se usa como cátodo en las propias lámparas, obteniéndose una luz más amarilla y firme y con menos silbidos. Este cuerpo es, por otra parte, más duro y menos combustible que el carborundo, al que puede substituir con ventaja.

Con el titanio se obtienen algunas de las aleaciones pirofóricas, tan en boga en la actualidad, destinadas a los encendedores automáticos. Una de ellas, con la particularidad de hallarse desprovista de cerio (5), contiene aproximadamente:

Cromo	20 por 100.
Titanio.....	15 —
Manganeso.....	10 —
Antimonio.....	10 —

La gran afinidad del tetracloruro de titanio con el agua le hace combinarse rápidamente con la humedad atmosférica, de-

(1) Trans. Amer. Electrochem. Soc., XVI (1909), 217.
(2) High. Efficiency Electrical Illuminants (1911).
(3) Journ. Ind. Eng. Chem., I, (1909), 642.
(4) National Electric Light Assoc. (1907), 237.
(5) Pat. francesa, 419.888 (1910).

terminando espesos humos blancos de hidróxido titánico y ácido clorhídrico, humos cuya opacidad puede todavía aumentarse añadiendo vapores de amoníaco que dan lugar a la formación de cloruro amónico. Tal propiedad se viene aprovechando desde la época de la gran guerra para la producción de pantallas protectoras de humo, habiéndose destinado a tal fin durante la contienda la mayor parte del rutilo de los Estados Unidos. El propio cuerpo, por sus enérgicas propiedades reductoras, ha sido propuesto por E. Knecht y E. Hibbert (1) como reactivo para los análisis volumétricos.

Incorporando al vidrio de cuarzo alrededor de 2 por 100 de anhídrido titánico se obtiene un mejoramiento de la calidad del producto, y la misma substancia se emplea en gran escala para comunicar un matiz amarillento a los dientes artificiales. En los Estados Unidos se expenden para este objeto preparaciones de óxido puro que llevan el nombre de «Titanello» y otros similares.

En su estudio acerca del «chorlo rojo de Hungría», M. H. Klapproth (2) indicó que el mineral en polvo o la tierra blanca purificada (anhídrido titánico) producían un color amarillento al ser incorporados a la porcelana. Así, desde ese tiempo, tanto el rutilo como el óxido de titanio vienen siendo usados en la cerámica para la obtención de matices marfileños, aunque este empleo está en la actualidad subordinado a la aplicación como tintura.

Los mismos cuerpos se usan también en la fabricación de barnices que producen efectos cristalinos y opalescentes, y el mencionado óxido se aplica en proporción de 0,1-0,2 por 100 para mejorar la calidad de las vajillas, encontrándose en el comercio con el nombre de «Silóxido T».

Análogamente, el anhídrido titánico ferruginoso, tostado y reducido a polvo impalpable, se emplea en pintura, obteniéndose, según expresa H. A. Leverin (3), coloraciones variables entre amarillo y pardo rojizo, de conformidad con la temperatura a que se verifica la tosti6n.

En los últimos tiempos ha encontrado el anhídrido titánico otra aplicaci6n de notable importancia: la fabricaci6n del blanco,

(1) New Reduction Methods in Volumetric Analysis (1910).
(2) Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper, I (1795), 251.
(3) Canadian Chem. Met., IX (1925), 198.

conocido en el comercio con las denominaciones de «Titanalba», «Titanox» y «Blanco de titanio», destinado a la pintura y a los modernos preparados de celulosa, que llevan el nombre de «Duco».

El referido anhídrido cuenta, en efecto, con elevada refringencia ($n = 2,50 \text{ } 2,90$), y cuando es puro y se halla molido finamente, constituye un polvo blanco de gran opacidad (triple de la del blanco de plomo y doble de la del óxido de cinc) y extraordinario poder de recubrimiento. Se ha demostrado, merced a numerosos ensayos de laboratorio, según indica H. C. Meyer (1), que este blanco de titanio es superior a los referidos óxidos de plomo y cinc y al litopono, caracterizándose por su inalterabilidad a la luz y al calor, excelente elasticidad y por no ser atacado por los compuestos de azufre, vapores ácidos o álcalis, y como, por otra parte, existen en bastantes países leyes rigurosas que prohíben el empleo del blanco de plomo o cualquiera de sus derivados en la pintura de las habitaciones, el blanco de titanio constituye un magnífico substitutivo por carecer de propiedades tóxicas.

También el cuerpo que nos ocupa produce esmaltes inmejorables y constituye un preservativo del hierro en cuanto a la oxidación, no siendo atacado por el aire ni la humedad. Además, precipitándole en compañía del sulfato bórico, se forma una combinación física de ambas sustancias con mejores propiedades para la pintura que el cuerpo puro y con la ventaja de la mayor economía de producción. La combinación más eficaz contiene en peso 26,5 por 100 de anhídrido titánico y 73,5 por 100 de sulfato de bario, siendo de observar que cuando la cantidad del primero baja de la citada cifra, disminuye rápidamente la opacidad de la mezcla, en tanto que si aumenta, resulta poco favorecida dicha propiedad.

Para fabricar el blanco de titanio se han ideado casi simultáneamente en los Estados Unidos y en Noruega dos métodos protegidos por las oportunas patentes, en los cuales el problema capital es la obtención de sustancias exentas de hierro, cuyo metal, aun en cantidades pequeñísimas, produce coloraciones perjudiciales a la calidad del producto.

(1) *Uncommon Ores and Metals. Eng. Min. Journ.*, CXXV (1928), 3, 96.

En el primero de dichos países prepara la pintura exclusivamente la Titanium Pigment Co., Inc., de Niágara Falls (Nueva York), inspeccionada actualmente por la National Lead Co., y el método de fabricación, descrito por A. H. Sabin (1), se reduce, en síntesis, a lo siguiente:

Sometida a la fusión la ilmenita en el horno eléctrico en unión de fundentes apropiados, se trata por el ácido sulfúrico diluído para obtener el anhídrido titánico, que se disuelve en ácido más concentrado, agregando más tarde sulfato bórico (blanco fijo) en forma de papilla acuosa. Se precipita entonces por agitación el hidróxido de titanio, mezclado íntimamente al sulfato bórico, y el producto se lava hasta dejarlo completamente libre de hierro, añadiendo una pequeña cantidad de carbonato de bario para eliminar los restos de ácido libre. Se lleva después al horno, donde se seca y calcina, y tras estas operaciones se pulveriza finamente, agregando para endurecerlo 25 40 por 100 de óxido de cinc.

En Noruega, en cambio (2), se acude al siguiente procedimiento: Se tritura el mineral en molino de bolas, tratando el polvo por el ácido sulfúrico concentrado y calentando hasta el comienzo de la reacción, que es exotérmica. Así, se descompone completamente, convirtiéndose en una masa parecida a una torta dura que encierra los sulfatos solubles de hierro y titanio, cuya masa se pulveriza de nuevo en un desintegrador y se trata por el agua para obtener la disolución de los citados sulfatos. Esta disolución se concentra hasta consistencia de jarabe y se reduce el hierro llevándolo al estado ferroso, después de lo cual se calienta, sin llegar a la ebullición, y se agita enérgicamente durante varias horas para precipitar el óxido titánico en forma de polvo blanco mientras permanece disuelto el sulfato ferroso. Así puede lograrse la separación total de ambos metales, que se completa con un proceso de lavado.

Como el óxido de titanio se encuentra en el precipitado en gran estado de división, no puede acudir al procedimiento ordinario de recoger y lavar el producto en una prensa filtro, y así precisa emplear la decantación siquiera resulte más costosa.

(1) *The Paint Industry. Journ. Ind. Eng. Chem.*, XIV, n.º 9 (1922), 775.
(2) *Titanium Oxide Production. Chem Age* (1922), 13 mayo, 624.

La papilla pasa después a un horno rotario, análogo a los que se usan en la fabricación del cemento, donde se seca y calcina a elevada temperatura en una sola operación, obteniendo un óxido anhidro cuyo estado amorfo va cambiando al criptocristalino. El producto sale del horno en pequeños nódulos frágiles que es preciso pulverizar muy finamente.

El coste del blanco de titanio resulta algo elevado, aunque, como expresa F. L. Hess (1), por su menor densidad con respecto a los compuestos de plomo, son necesarias menores cantidades. Sin embargo, la fabricación crece con rapidez, consumiéndose bastantes toneladas, y todavía cabe esperar que, con una producción en gran escala y empleando métodos perfeccionados, pueda obtenerse a un precio que le haga competir con las demás pinturas.

Las sales de titanio se usan en tintorería como mordientes para la producción de colores estables en la lana, algodón y papel. Barnes fué el primero en demostrar (1877) la posibilidad de esta aplicación, pero hasta tiempos bien recientes no han sido empleadas por los fabricantes.

El anhídrido titánico aventaja a la alúmina con el amarillo y anaranjado de alizarina, produciendo con el primero un color más claro y estable y con el último el escarlata más fijo que ha podido obtenerse sobre la lana.

Entre otros compuestos muy usados figuran también el fluoruro, cloruros, sulfato, ferrocianuro, oxalato, tartrato, tanato, lactato y los derivados dobles alcalinos de dichas sales.

El tricloruro $TiCl_3$, como el sesquisulfato $Ti_2(SO_4)_3$ y el sulfato doble sódico-titánico $Ti_2(SO_4)_3 \cdot Na_2SO_4 \cdot 5H_2O$ sirven para eliminar ciertos tintes de los tejidos, haciéndolos aptos para un nuevo teñido, y se emplean, además, para quitar las manchas de hierro.

El ferrocianuro de titanio se aplica como tinte verde, y el oxalato doble de potasio y titanilo $TiO \cdot C_2O_4 \cdot K_2C_2O_4 \cdot H_2O$ constituye un buen agente para la fijación de los tanatos de colores básicos, con resultados tan aceptables, si no mejores, que los que rinde el antimonio.

El tanato titánico se usa asimismo para la acuarela, y los ma-

(1) U. S. Bur. of Mines.

tices que se obtienen, en armonía con las condiciones de preparación, varían del rojo ladrillo al amarillo casi puro.

Finalmente, indiquemos que las sales titaníferas se aplican en el tinte del cuero, porque, aparte de que no le alteran en la misma medida que los compuestos de hierro, forman sobre la fibra, gracias al tanino de la piel, un tanato resistente a la luz y a la acción del jabón.

VI.—COMERCIO

Las menas titaníferas importantes son, como hemos visto, la ilmenita y el rutilo, siguiendo la perovskita y la esfena, cuyos cristales transparentes, particularmente los de matices claros, se emplean en joyería como piedras preciosas por el brillo particular que poseen y no obstante su pequeña dureza.

Como la ilmenita es mucho más abundante y barata que el rutilo, se prefiere por los fabricantes de ferrotitanio, óxido y blanco de titanio. La ley corriente es de 35-40 por 100 de anhídrido titánico, mas en ciertos aluviones concentrados el contenido puede llegar a 52 por 100 con 44 por 100 de óxido de hierro.

El principal productor en el mundo es el Canadá, donde se explota el mineral en masas macizas, al paso que en el Senegal y en Java se benefician aluviones que se enriquecen por concentración magnética, y en el Brasil y Travancore (India) se obtiene como subproducto del tratamiento de las arenas monazíticas.

Escandinavia, cuyas rocas alcanzan hasta 40 por 100 de TiO_2 , no desempeña actualmente papel alguno, pero entrará seguramente en juego tan pronto el mercado se amplíe con motivo de las nuevas aplicaciones del titanio.

El rutilo forma bastantes yacimientos, pero tan sólo ofrece importancia económica un corto número de ellos. Noruega (Kraggerö) produce 50-100 toneladas con 95 por 100, y los Estados Unidos (Virginia), 300 con 60-95 por 100 de TiO_2 . En Australia se ha explotado de un modo intermitente, y en Madagascar aparecen yacimientos con 96 por 100 en Betsiriry y Onibé.

La producción de menas de titanio propiamente dichas, es decir, independientes de los minerales de hierro titaníferos, puede estimarse en unas 10.000 toneladas, y, sea cual fuere el país de

origen, carecen de mercado regulador, oscilando los precios en grandes proporciones.

Antes de la gran guerra, la ilmenita en arena fina con 64 por 100 de TiO_2 y 33 por 100 de Fe_2O_3 , se cotizaba a cinco francos por unidad de anhídrido titánico, y el rutilo en granos con 94-95 por 100, garantizado el 93 por 100, a 700 francos la tonelada, embalaje comprendido, c. a. f. Ruan-Amberes-Rotterdam.

En 1922 se vendían estas menas en los Estados Unidos sobre las bases siguientes:

Clase A: Rutilo con más de 95 por 100, casi desprovisto de hierro, a 12 centavos por libra. Principal empleo: carburo de titanio para lámparas de arco.

Clase B: Rutilo e ilmenita con 75-80 por 100 TiO_2 y el resto de hierro, a 6 centavos la libra.

Clase C: Ilmenita con 52 por 100 TiO_2 y el resto óxido de hierro, de 1,25 a 2 centavos la libra. Estas dos últimas clases para ferrotitanio.

En 1927, la ilmenita en arena se vendió por vagones a 17-20 dólares por tonelada, con un mínimo de 50 por 100, y la maciza, con 40-45 por 100, alcanzó precios mucho menores. El rutilo por vagones se cotizó a 12-13 centavos por libra.

En 1928, la ilmenita de calidad inferior, con 32-35 por 100, se vendió a 7-8 dólares la tonelada, y la de 52-60 por 100, según calidad e impurezas, a 9,50-11 dólares f. o. b. puerto del Atlántico. El rutilo de 93 por 100, en lotes de 30 toneladas, valía 10 centavos por libra.

En fin, en 1929 los precios han sido los siguientes:

Rutilo, 12-15 centavos la libra; ilmenita en masa, 10-12 dólares tonelada a bocamina; arena ilmenítica, 15-20 dólares tonelada.

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de abril de 1930

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	401.537
Antracita.....	1.258
TOTAL.....	402.795

Coque... 20.954 toneladas.
Aglomerados..... 2.278 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.075

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	1.356
Lignito.....	15.550
TOTAL.....	16.906

Producción de coque: • toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	35.463

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	17.593
Antracita.....	12.418
TOTAL.....	30.011

Briquetas..... 7.460 toneladas.
Coque..... 4.438 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.191

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	59.493
Antracita.....	40.876
TOTAL.....	100.369

Aglomerados..... 15.789 toneladas.
Coque..... 6 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	16.739
Antracita.....	12.099
TOTAL.....	28.838

Aglomerados..... 13.203 toneladas.
Coque..... 90 —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.004
Coque de gas.....	355 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	14.700
Aglomerados de hulla....	8.350 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	7.604

Valencia

Coque metalúrgico.....	5.194 toneladas.
------------------------	------------------

Valladolid

Aglomerados de hulla.....	103 toneladas.
---------------------------	----------------

Vizcaya

Coque.....	31.337 toneladas.
Aglomerados.....	4.613 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	127
Lignito.....	4.082
TOTAL.....	4.209

Aglomerados..... > toneladas.
Coque de gas..... 38 —

Producción de combustibles durante los meses de enero a abril de 1930

	Meses anteriores	Abril	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	137.350	66.651	204.001
Hulla.....	1.601.280	547.008	2.148.288
Lignito.....	97.195	32.506	129.701
TOTAL.....	1.835.825	646.165	2.481.990
Coque metalúrgico.....	171.054	62.412	233.466
Aglomerados.....	161.549	51.796	213.345

Producción nacional de aceites combustibles ⁽¹⁾

Meses de enero a abril de 1930:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Abril	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	994.139	269.818	1.263.957
Benzol 50 por 100 (medio)...	36.639	15.804	52.443
Solvent-nafta (pesado).....	166.408	56.092	222.500
Otros tipos.....	128.384	74.344	202.728
TOTAL.....	1.325.570	416.058	1.741.628
Aceites crudos (alquitranes)	8.595.717	2.891.911	11.487.628

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	1.397.312	401.690	1.799.002
Gasolinas y similares.....	132.024	42.951	174.975

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de abril de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	62.752
Badajoz	3.449
Coruña (Galicia)	9.854
Guipúzcoa-Alava-Navarra	2.772
Granada-Málaga	35.628
Huelva	17.205
Jaén	1.100
Murcia	16.002
Oviedo	7.828
Santander	40.736
Sevilla	9.130
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel	56.278
Vizcaya	204.672
Zaragoza	4.928
TOTAL	472.334
Meses anteriores	1.504.158
TOTAL A LA FECHA	1.976.492

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona	»	129	»	»	»
Coruña	»	»	504.300	»	»
Guipúzcoa	587	1.785	»	»	»
Oviedo	8.901	12.844	»	»	»
Santander	3.978	4.210	»	»	»
Sevilla	»	»	»	»	»
Valencia	10.328	14.470	»	»	»
Vizcaya	32.856	47.793	»	»	»
TOTAL	56.650	81.231	504.300	»	»
Meses anteriores	172.598	236.268	1.564.100	»	»
T. A LA FECHA	229.248	317.499	2.068.400	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería	»	»
Badajoz	»	»
Barcelona-Lérida	530	»
Ciudad Real	460	»
Córdoba	110	202
Guipúzcoa	449	»
Murcia	2.353	»
Oviedo	»	652
Santander	5.941	»
TOTAL	9.843	854
Meses anteriores	32.732	2.671
TOTAL A LA FECHA	42.575	3.525

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	M E T A L			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba	»	»	»	711.173	»
Huelva	303.118	1.247.888	»	»	»
Murcia	»	»	»	»	»
Oviedo	»	»	»	»	»
Sevilla	316	»	»	»	24.000
TOTAL	303.434	1.247.888	»	711.173	24.000
Meses anteriores	945.125	3.431.018	156.747	1.801.810	134.000
T. FECHA	1.248.559	4.678.906	156.747	2.512.983	158.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	1.956
Oviedo	84
TOTAL	2.040
Meses anteriores	4.833
TOTAL A LA FECHA	6.873

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	6	>
Badajoz.....	317	>
Barcelona-Tarragona-Gerona ...	378	242
Baleares.....	>	>
Ciudad Real.....	795	>
Córdoba.....	2.210	3.788
Granada-Málaga	93	1.484
Guipúzcoa	55	360
Jaén	5.541	1.305
Murcia.....	1.377	4.432
Santander.....	667	>
Sevilla.....	>	>
TOTAL	11.439	11.611
Meses anteriores.....	35.998	32.951
TOTAL A LA FECHA.....	47.437	44.562

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Se destina al Negociado 1.º de la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas al Ingeniero 3.º D. Fernando de las Heras Maraver.

El Ingeniero 3.º D. Urbano Gamir Montejo es destinado al distrito minero de Badajoz.

Se destina al distrito minero de Santa Cruz de Tenerife al Ayudante 1.º D. Modesto Vidarte Uruga.

Ha fallecido el Ingeniero Jefe de 2.ª clase D. Angel Gimeno Conchillos.

Se concede el reingreso en el servicio activo del Cuerpo al Ingeniero Jefe de 2.ª clase D. Claudio Aranzadi Unamuno y es destinado a la Escuela de Bilbao.

Se nombra Ingeniero Jefe del distrito minero de Huelva a D. Bernardo Tenorio Cerezo.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de mayo de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de mayo de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Almería...	Gádor.....	Demasia a las Dos Sicilias...	Azufre....	120,4388	D. Francisco Clemente Baeza
Idem.....	Félix.....	Asunción.....	Hierro....	5	Riegos y Saltos de Almería, S. A.
Idem.....	Illar.....	El Porvenir de Illar...	Idem.....	20	D. Abelardo Abuéciga González.
Idem.....	Padules.....	Virgen de Cavite.....	Idem.....	22	» Luis Soria Hernández.
Idem.....	Rágol.....	De mi Ilusión.....	Idem.....	40	» Federico Viciano Mota.
Idem.....	Idem.....	La Encarnación.....	Idem.....	16	» Modesto Salvador Orta.
Idem.....	Idem.....	Mi segunda Ilusión...	Idem.....	48	» Federico Viciano Mota.
Idem.....	Níjar.....	Nené.....	Plomo....	7	» Francisco Clemente Baeza.
Idem.....	Idem.....	2.ª Demasia a Ingratitud...	Idem.....	10,9047	Compañía de Aguilas.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Santo Cristo del Blend.	Idem.....	0,6256	S. A. Ekaterina.
Idem.....	Idem.....	Demasia a Santa María	Idem.....	4,3010	D. Bienvenido Campedarre.
Ciudad Real	Anchuras.....	Fortuna.....	Antimonio.	29	D. Enrique Vico Portillo.
Idem.....	Idem.....	San Enrique.....	Idem.....	8	Idem.
Idem.....	Almodóvar del Campo.	Laura Segunda.....	Plomo....	17	Sociedad Minera Manchego Asturiana.
Idem.....	Mestanza.....	Vuelta Segunda.....	Idem.....	20	Compañía Minera Bético Manchega.
Idem.....	Idem.....	Panovillos.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	La Alcoba.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	La Limona.....	Idem.....	15	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	18	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	38	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	16	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	94	Idem.
Oviedo.....	Onís y Cabrales.....	Constitución.....	Mercurio..	458	Sociedad Baritas Asturianas.
Salamanca..	Fregeneda.....	Simone.....	Estaño... 17		D. Teófilo Fernández Asensio
Idem.....	Lumbrales.....	Coat Bridge.....	Idem..... 167		» Ceferino López Sánchez Arcilla.
Idem.....	Idem.....	Por si acaso.....	Idem... 92		Idem.
Idem.....	Valdelacasa.....	Viña del Señor.....	Topacio... 20		D. Juan Cifuentes Vicente.
Tenerife...	La Orotava.....	Madre del Agua.....	Indeterminado.. 300		Heredamientos de Aguas de La Orotava
Idem.....	La Matanza.....	La Vica.....	3.ª Sección. 36		D. Germán Fernández Casanova.
Idem.....	Buenavista.....	La Portela.....	Idem..... 30		» Ricardo Conesa Ponce.
Idem.....	La Victoria.....	María Gracia.....	Idem... 20		» Luis Lorenzo Hernández.
Idem.....	Arafo.....	Cueva de la Ermita...	Idem... 20		» Florentino Castro Díaz.
Idem.....	Santiago del Teide...	Tiufa.....	Idem... 18		» Ginés Cabrera García.
Idem.....	Arico.....	Morro de la Arena...	Idem... 40		Comunidad Morro de la Arena
Idem.....	Buenavista.....	Nueva Remedios.....	Idem... 42		D. Rafael González Díaz.
Idem.....	Arafo.....	El Risco Azul.....	Idem... 20		» Rodolfo García Díaz.
Idem.....	Idem.....	Gorgo.....	Idem... 30		» Eusebio Hernández Rodríguez.
Idem.....	Tegueste y La Laguna.	Salto del Palomar...	Idem... 68		Comunidad Salto del Palomar.
Idem.....	Icod y Garachico.....	El Guincho.....	Idem... 80		D. Atilano de la Torre Cáceres.
Idem.....	Güímar.....	La Previsión.....	Idem... 30		» Martín Rodríguez de los Llanos.
Idem.....	Idem.....	San Pedro.....	Idem... 274		» Ignacio González García.
Idem.....	Idem.....	Dolores.....	Idem... 20		» Pedro Rodríguez Medina.
Idem.....	Cofrentes.....	Enrique.....	Idem... 12		» Enrique Labrador Laguarda.

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación mensual del catastro en las provincias de Almería, Ciudad Real, Lérica, Murcia, Oviedo, Salamanca y Tenerife.

Igualmente se ha practicado la rectificación anual del catastro en los distritos mineros de Barcelona, Baleares, Ciudad Real, Coruña, Guipúzcoa, Jaén, León, Madrid, Santander, Vizcaya y Zaragoza.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden que dispone rijan durante el mes de mayo, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que fueron fijados para el mes de abril. ("Gaceta" del 1.º.)

Núm. 108.

Ilmo. Sr.: De conformidad con lo propuesto por el Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el próximo mes de mayo rijan, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que para el presente mes de abril fueron fijados por Real orden de 31 de marzo del año actual.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años.—Madrid, 29 de abril de 1930.—P. D., *R. Ormaechea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden que deroga la disposición primera de la Real orden de 16 de abril de 1909, y concede el derecho a ingreso en el Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas y servicio del Estado a todos los alumnos que habiendo ingresado en la Escuela especial del Ramo con posterioridad al curso de 1909, cursaron su carrera con carácter de oficiales, y dispone que de igual dere-

cho disfruten los alumnos que ingresen en lo sucesivo y cursen la carrera con referido carácter de oficiales. (“Gaceta“ del 17.)

Núm. 117.

Ilmo. Sr.: Por causas puramente circunstanciales, se produjo hace ya veinte años una afluencia de alumnos a la Escuela especial de Ingenieros de Minas altamente desproporcionada con las necesidades del servicio oficial en cuanto a Ingenieros de aquella especialidad se refiere.

Ello motivó, según hace constar en su preámbulo, la Real orden de 16 de abril de 1909 disponiendo que en lo sucesivo no tendrían derecho a ingresar en el Cuerpo Nacional de Minas y servicio del Estado los alumnos que previa aprobación de las asignaturas reglamentarias ingresaran en la misma con posterioridad al curso de 1909.

La aplicación del anterior precepto, contrario al Reglamento orgánico del Cuerpo de Ingenieros de Minas, ha surtido ya cuantos efectos de él pudieran esperarse, y se hace necesario restablecer en toda su integridad las prescripciones de dicho Reglamento orgánico, aprobado por Real decreto de 21 de enero de 1905, haciendo desaparecer la confusión a que puede dar lugar el que Ingenieros que han cursado con carácter oficial los mismos estudios y en la misma Escuela, tengan derechos diferentes.

En su virtud, S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer quede derogada la disposición primera de la Real orden de 16 de abril de 1909, concediéndose el derecho a ingreso en el Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas y servicio del Estado a todos los alumnos que habiendo ingresado en la Escuela especial del Ramo con posterioridad al curso de 1909, cursaron su carrera con carácter de oficiales, colocándolos en el Escalafón general del Cuerpo como Ingenieros con derecho a ingreso por antigüedad de promoción y guardando en cada una de ellas el orden correlativo

en que al acabar la carrera hubieran sido clasificados por la Junta de Profesores de la Escuela.

De igual derecho disfrutarán los alumnos que ingresen en lo sucesivo y cursen la carrera con carácter de oficiales.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años.—Madrid, 12 de mayo de 1930.—P. D., *R. G. Ormaechea*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

MINISTERIO DE HACIENDA

Real orden núm. 392 desestimando instancias presentadas por la Federación de Sindicatos Carboneros de España y por los explotadores de minas de carbón, solicitando la supresión del recargo municipal sobre el valor del producto bruto de las explotaciones carboníferas. (“Gaceta“ del 21.)

INDICE

Páginas

<i>Estudio sobre las explosiones de polvo de carbón y sobre los medios empleados para evitarlas y limitarlas, por el Ingeniero de Minas D. Luis Torón Villegas. (Memoria premiada en el concurso de 1929 entre Ingenieros de Minas de la Escuela de Madrid.).....</i>	421
<i>El titanio. Metalogenia. aplicaciones y yacimientos españoles, por el Ingeniero de Minas D. José Meseguer Pardo.....</i>	465
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de abril de 1930.....	502
Producción de combustibles durante los meses de enero a abril de 1930.....	505
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a abril de 1930.....	505
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de mayo de 1930.....	506
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	509
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de mayo de 1930.....	510
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento. - Real orden que dispone rijan durante el mes de mayo, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que fueron fijados para el mes de abril.....	513

Real orden que deroga la disposición primera de la Real orden de 16 de abril de 1909, y concede el derecho a ingreso en el Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas y servicio del Estado a todos los alumnos que habiendo ingresado en la Escuela especial del Ramo con posterioridad al curso de 1909, cursaron su carrera con carácter de oficiales, y dispone que de igual derecho disfruten los alumnos que ingresen en lo sucesivo y cursen la carrera con referido carácter de oficiales..... 513

Ministerio de Hacienda.— Real orden desestimando instancias presentadas por la Federación de Sindicatos Carboneros de España y por los explotadores de minas de carbón, solicitando la supresión del recargo municipal sobre el valor del producto bruto de las explotaciones carboníferas..... 515

Boletín Oficial de Minas, Metalurgia y Combustibles



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

ESTUDIO DE CRIADEROS MINERALES
DE LA PROVINCIA DE SANTANDER

CRIADEROS DE CINC

Criadero de Reocín.

Geología y génesis del criadero.—Las minas de Reocín que la Real Compañía Asturiana explota desde hace muchos años, forman el criadero de mayor importancia en la producción de minerales de cinc, de cuantos se trabajan en la provincia de Santander. Su extensión superficial abarca unas 345 hectáreas en los términos municipales de Reocín, Torrelavega y Cartes, empezando desde los pueblos de Ganzo y Torres, en la confluencia de los ríos Besaya y Saja, para terminar hacia el SO. más allá del alto de Sopenia y del Pico de Castellón, con un recorrido de unos seis kilómetros. Dentro de esta extensión, el criadero reconocido y explotado comprende en la parte central próximamente una longitud de unos tres kilómetros, y queda encajado topográficamente en un estrecho vallejo o repliegue del terreno, que desde el alto de Sopenia se abre entre los pueblos de Reocín y Mijarajos, en dirección a Torres, dentro de las

pequeñas sierras o líneas de alturas que forman la divisoria entre el valle de Torrelavega y Reocín.

Geológicamente el criadero está comprendido en el horizonte superior del tramo aptense del terreno cretáceo, o sea en el subtramo gargasiano. En esta zona de la provincia, los terrenos cretáceos presentan casi completa la sucesión de sus tramos, empezando por el wealdense, que forma la base apoyado sobre las areniscas del triás que se elevan en el anticlinal del Dobra, y las alturas de Correcaballos y de la Peña del Vidrio; las arcillas y areniscas wealdenses bordean la cuenca de Reocín y Mercadal por el S. y el SE. hasta el río Besaya, desapareciendo bajo los aluviones antiguos y modernos de este río que forman el valle de Torrelavega, para aparecer de nuevo por el E. de esta ciudad.

Sobre los estratos wealdenses aparecen las areniscas inferiores del tramo aptense, caracterizadas por los niveles de orbitolinas (*O. conoidea* y *O. discoidea*, *A. Gras*) y las calizas con rudistos, en cuya parte más alta las dolomías mineralizadas encajan los criaderos de cinc. Por encima de ésta se encuentran las areniscas del tramo albense, seguidas a su vez por las areniscas y calizas del cretáceo superior, tramos cenomanense y turonense, que a su vez soportan la parte central de la cuneta, entre Santillana y Cortiguera, las calizas y margas del tramo senonense. En el croquis geológico que se acompaña a esta Memoria se ha representado la extensión de los tramos cretáceos dentro de la zona limitada al E., por la ría de Suances y el Besaya; al S., por el macizo de Dobra y Correcaballos, y al O., por una línea de Cabezón de la Sal a Comillas, para comprender todos los criaderos objeto de la misma. Puede observarse que en la parte comprendida entre el anticlinal Ubierco Oreña Novales y la ría de Suances y el Besaya forman todos los terrenos cretáceos una extensa cubeta orientada de NE. a SO., o área sinclinal, en la cual aparecen sucesivamente aflorando los tramos citados. En el bor-

de SE. de esta cubeta sinclinal y en el afloramiento del tramo aptense es donde se encuentran los criaderos de Reocín y Mercadal, cuyas relaciones tectónicas indicaremos más adelante.

Ciñéndonos ahora al primero, detallaremos, aunque es bien conocida por trabajos de numerosos Geólogos e Ingenieros que de esta cuenca se han ocupado desde hace años, y últimamente, por los de M. Mengaud, en su obra *Recherches Géologiques dans la région Cantabrique*, París, 1920, la sucesión estratigráfica de los estratos aptenses en Reocín.

Partiendo del wealdense y en dirección al NO. se encuentran sucesivamente:

1.º Areniscas y arcillas arenosas oscuras, en las que se presentan los dos primeros niveles de orbitolinas, con un espesor de 400 a 500 metros; entre Santiago de Cartes y Mijarajos se estrechan algo hacia el O. al pasar por el N. de Mercadal y se continúan al O. hacia Carranceja y Casar.

2.º Calizas con pequeños rudistos (*Pseudotoucasia Santanderensis*, Douvill.) que forman el primer nivel o masa urgoniana, con un espesor de 200 a 250 metros; los bancos buzán al NO. desde Torres, pasando por Mijarajos, y tuercen un poco hacia el O., buzando al N. en la proximidad de la iglesia de Sierra Elsa.

3.º Arcillas arenáceas y areniscas, con unos 40 metros de espesor; aparecen en el camino de subida a las oficinas de Reocín y por el Norte de Mijarajos, terminándose en cuña, próximas a la altura de Sopeña.

4.º Bancos de margas y calizas margosas con ammonites, plicátulas y ostreas, con un espesor máximo de unos 50 metros, extendiéndose, como las anteriores, desde el camino de acceso a las minas hacia el O., en unos dos kilómetros, pasando lateralmente a las margas con orbitolinas. Es interesante la fauna de estas capas: *Ostrea aquila*,

Plicátula placúnea, Nautilus neckerianus, Douvilleiceras, Ammonitoceras, etc., que corresponden al bedoulense superior; de donde resulta que todos los bancos de uno a cuatro corresponden al aptense inferior o bedoulense y los superiores corresponderán al aptense superior o gargasiano.

5.º Margas grises con orbitolinas, conteniendo además terebrátulas, neritas y trigonias, con un espesor de 15 a 30 metros, sirviendo de base a

6.º Dolomías cristalinas de color rojo obscuro al exterior, blancas o rosadas en la fractura fresca; en la parte central de las explotaciones de Reocín, estas dolomías, mineralizadas, tienen hasta cerca de 300 metros de espesor, pero disminuyen hacia los extremos, desapareciendo hacia Ganzo por el NE. y hacia el Pico de Castellón por el O., reemplazando a las dolomías los bancos de caliza con rudistos que constituyen el segundo nivel de calizas zoógenas con grandes pseudotoucasias y polycomites.

Por encima de las dolomías o del segundo nivel de calizas zoógenas se encuentran ya las areniscas micáceas, arcillosas y pizarreñas que forman la base del tramo albense y que constituyen en Reocín el techo del criadero. Estas areniscas se extienden con gran espesor hacia el NE. por encima de Ganzo hasta Vividay, Puente San Miguel, donde se las sobreponen las calizas amarillentas del cenomane.

La dirección general de los estratos aptenses se mantiene en general del NE. al SO., aunque con variaciones notables de un extremo a otro de la cuenca; en el extremo NE., hacia Torres, los bancos de calizas zoógenas tienen en dirección N. 25 a 30° E.; en la parte comprendida en las explotaciones de las minas la dirección es N. 60 a 70° E.; mas al S., entre Mercadal y el alto de Sopenña, las capas se tuercen más hacia el E. y presentan las direcciones O.-E. y E. 10° S., y hacia el O., pasado el Pico de Castellón, se tuercen aún más y presentan su dirección al E. 20 a 25° S.

Como se ve, los afloramientos aptenses dibujan una curva amplia, cóncava, hacia el NO., como corresponde al borde contorneado de la cubeta sinclinal que forman el conjunto de los terrenos. En consecuencia con esta disposición, los buzamientos de las capas van variando también, desde el NO. al N., y se observa que tanto los estratos del wealdense como los del aptense inferior, buzan de 40 a 45°, mientras que los del aptense superior y las areniscas albenes sólo inclinan de 24 a 25°; desigualdad de inclinación producida por el resbalamiento desigual de las capas más altas sobre las inferiores del sistema al producirse el levantamiento general del terreno. Si se observa el corte general de S. a N., desde la Peña del Vidrio a la costa de Suances, se verá que el levantamiento de los terrenos posterior a la época cretácea, puesto que todos sus estratos han sido afectados por el movimiento, ha tenido efecto por un empuje de N. a S. que los ha comprimido contra el macizo más resistente de la cordillera del Dobra, cuyo núcleo de caliza dinantiana debía estar ya, si no completamente, al menos en parte, emergido, determinando la formación del pliegue anticlinal del Dobra y Peña del Vidrio y el sinclinal correspondiente a la dirección Santillana y Vispieres, Masera de Suances (que se prolonga al NE. hasta el cueto de Mogro) y de otro pliegue anticlinal que se desarrolla entre Udías, Novales y Oreña, que cierra la cubeta sinclinal de Santillana por el N. y NO. Por consecuencia de estos plegamientos, los estratos aptenses y wealdenses se han levantado enérgicamente en el extremo S. de la cuenca y se han producido roturas y fallas en los mismos, como la que ha dado lugar a la separación de Mercadal de la de Reocín y a las numerosas fracturas que se observan en los estratos calizos y dolomíticos de ambas explotaciones mineras. Las denudaciones posteriores arrastrando gran parte del recubrimiento de los terrenos neocretáceos y quizá de los terciarios han formado los extensos depósitos de

aluviones de las vegas de Torrelavega, Duález y Requejada y dado lugar a la interesante inversión del relieve que se acusa en la colina de Vispieres en la meseta de Cortiguera y en el cueto de Mogro, en la que los estratos del santoniense están elevados a unos 200 metros sobre el nivel del mar. Consecuencia final que conviene tener presente para la geogenia de los criaderos: la región de Reocín y de Mercadal es una región dislocada, próxima a una de las grandes líneas de pliegue de la cordillera Cantábrica (anticlinal de Dobra-Escudo-Cabuérniga) sobre el flanco muy inclinado de un anticlinal de la misma.

Se ha dicho anteriormente que el criadero de cinc arma en las dolomías; sin embargo, no en toda la extensión en que afloran aparecen mineralizadas. El yacimiento, en la parte que las explotaciones han descubierto, ocupa una longitud de unos tres kilómetros, con una anchura media de 200 a 300 metros; parece terminar por NE. en la corta de las minas «Barrendera» y «Luciana», detrás de los edificios y talleres de la Sociedad explotadora (véase el plano del criadero de Reocín), pues los sondeos e investigaciones efectuados sobre las dolomías al NE. de este punto no han encontrado mineral explotable; en cambio, por el O., los trabajos llegan hasta las concesiones «Quesera» y «Donostiarra», y las investigaciones y labores hechas confirman la continuación del mineral en cerca de un kilómetro más al O., hasta muy cerca del alto de Sopeña. La zona productora abarca, por tanto, muy cerca de 90 hectáreas. La dirección del criadero es la misma que la que tienen en esa parte la masa de dolomías y calizas encajantes, en término medio N. 60° E., presentando una inclinación o buzamiento de 24°, según la dirección N. 14° O.

Los minerales de cinc y plomo que contiene la masa dolomítica cuya explotación data de 1853 y que fueron conocidos en la antigüedad, a juzgar por los objetos de la época romana, encontrados, que figuran en el museo de las minas,

están absolutamente limitados a los bancos de dicha dolomía que comienzan inmediatamente por encima de las calizas margosas con orbitolinas (núm. 5), que forman el muro sin transición aparente y en perfecta concordancia de estratificación aunque dentro va de la masa dolomítica se borran los planos de estratificación, y las dolomías de formas caprichosas, puntiagudas, recortadas y con superficies corroídas, aparecen en las partes altas de la explotación a cielo abierto, como un conjunto desordenado y revuelto de agudos picos rojizos. Su color ocre oscuro después de expuestas al aire, es blanco amarillento o rosado en la fractura fresca y cristalina y su composición química, muy constante, acusa de 16 a 20 por 100 de magnesia. He aquí un análisis medio: magnesia, 17,30 por 100; cal, 29,40 por 100; hierro, 4,60 por 100; sílice, 0,40 por 100; alúmina, 0,85 por 100; pérdida en la calcinación, 0,50 por 100. La potencia o espesor de las dolomías que representa aquí la potencia total del criadero es muy variable, según puede apreciarse por los cortes transversales que se acompañan; pasa de 120 metros en el corte de la mina «Ambiciosa», en la parte central de la explotación es de 75 metros en la mina «San Roque», en el corte dado a lo largo del plano inclinado que baja hasta los niveles 9.º y 10.º de la explotación, y se reduce a unos 50 metros en la mina «Quesera», al extremo O. de los trabajos. Se reduce también bastante el espesor hacia el E., terminando en cuña cerca del río Saja, tanto, que en Ganzo no se encuentran ya los bancos dolomíticos; igualmente sucede por el O. entre el alto de Sopeña y el Pico Castellón.

El techo del criadero está constituido por las areniscas albenses, que se apoyan inmediatamente sobre las dolomías en estratificación concordante. Estas areniscas son de color claro, de grano fino con mica blanca abundante; contienen bastante pirita y algunos lechos lignitosos; alternan con lechos delgados de arcillas arenáceas y piza-

reñas; tienen mucho espesor y se extienden por el N. de la región de Reocín hasta las calizas cenomanenses.

Fuera ya de la parte explotada desde la mina «Talarera», hacia el NE., donde las dolomías empiezan ya a disminuir de espesor, hasta su terminación oriental, el techo de las dichas dolomías lo constituye las calizas con rudistas, con pseudotoucasias santanderensis, cuyo espesor va gradualmente aumentando, y lo mismo ocurre al O. del Pico Castillón, donde las dolomías tienen al techo las calizas zoógenas, por encima de las cuales están siempre las areniscas albenses.

Como se deduce de lo expuesto y se ve bien en el plano de labores y estratigráfico que se acompaña y en los cortes, el manto de dolomías de Reocín que contiene los minerales explotados afecta una forma irregular de espesores grandes y desiguales en el centro, terminado en cuña en sus extremos, pero todo él comprendido en el nivel estratigráfico de las calizas zoógenas superiores del aptense (segunda masa urgoniana de Mengaud), dentro de cuyo nivel, en la parte central de Reocín, ha ocupado todo el espesor de las calizas zoógenas apoyándose directamente sobre las calizas margosas y margas inferiores a las mismas; y en los extremos de la zona ocupa solamente la parte media del espesor total de las citadas calizas; estratigráficamente son lo mismo calizas zoógenas y dolomías cristalinas; hecho, por lo demás, repetido y general en toda la formación aptense de Santander, como puede comprobarse en Cabarga, Maliaño, Guarnizo, Santander (Peña Castillo), Puente-Arce, Alfoz de Lloredo, Comillas, La Florida y otros sitios en que aparecen las dolomías y se encuentran yacimientos de hierro y cinc, según hemos expuesto en Memorias de años anteriores sobre diversos criaderos.

Sobre el origen y formación de estas dolomías, dentro del nivel de las calizas zoógenas, no se han puesto de acuerdo aún las opiniones de los Ingenieros que las han

estudiado. Muchos las creen de origen singenético, sedimentarias, formadas al mismo tiempo que las calizas por precipitación química simultánea del carbonato de magnesia y de cal, y otros de formación posterior epigenética por metamorfismo hidrotermal de las calizas primitivas. No entraremos a discutir esta cuestión íntimamente ligada a la del origen de los minerales que contienen, porque, a nuestro parecer, se sale de los límites de esta Memoria, que es puramente descriptiva del criadero.

Las especies minerales que se explotan en Reocín son la calamina, blenda y galena, a las que acompaña como gangas la pirita de hierro y la dolomía. La calamina se encuentra y se ha encontrado principalmente al estado de tierras calaminíferas, es decir, en forma pisolítica, granos y núcleos pequeños envueltos en arcillas que rellenan las cavidades y juntas existentes en los bancos de dolomía en sus zonas de afloramiento; la blenda y la galena, casi siempre mezcladas, se encuentran formando cuerpo con la dolomía en lechos o columnas de mineralización dispuestas según los planos de máxima pendiente de la roca. Como especies mineralógicas secundarias se han encontrado el óxido de hierro hidratado, la cerusita y la anglesita en la zona de la superficie; pero en profundidad, en la zona de los sulfuros, sólo la pirita y la calcopirita se encuentran asociadas a la galena y a la blenda.

El criadero ha sido reconocido y explotado en una altura de más de 60 metros por encima del nivel del valle y de 90 a 100 metros por encima del nivel del río Saja y hasta una profundidad de 40 metros por debajo de este último nivel, próximamente, que es el más bajo alcanzado por la explotación; próximamente entre los 60 y 70 metros puede fijarse el nivel hidrostático, por encima del cual el criadero ha presentado en los afloramientos la montera de hierro constituida por la limonita y los minerales oxidados, carbonato de cinc y plomo, que han constituido hasta hace

pocos años las menas explotadas; al profundizarse los trabajos y entrar en la zona no alterada del criadero, los óxidos han desaparecido y sólo se encuentran los sulfuros de cinc, de plomo y de hierro. En la primera zona o de oxidación, los óxidos, carbonatos, sulfatos y silicatos se han presentado, al igual que todos los criaderos cretáceos de la provincia, rellenando las cavidades, huecos y juntas de los agudos picos y masas irregulares de las dolomías, envueltos en arcillas, en núcleos de variados tamaños.

Por debajo del nivel hidrostático, en la zona intacta del criadero los sulfuros se presentan en la dolomía concentrados en zonas de metalización o columnas ricas que parecen interestratificadas en los bancos dolomíticos, presentando recorridos en dirección bastante extensos y continuos lo mismo que en profundidad, según la máxima pendiente, y con potencias de 8, 10 y 14 metros. Pero, aun dentro de estas columnas metalizadas, los sulfuros se presentan generalmente como una impregnación de la masa dolomítica, más o menos irregular, y a veces como delgados lisos alternantes de dolomía y de mineral, pero siendo siempre evidente la substitución metasomática de la dolomía por el elemento mineralizador. Cuatro de estas columnas mineralizadas se conocen y trabajan en Reocín y otras dos imperfectamente reconocidas todavía se consideran como probables, en el sentido de que ofrecerán también iguales condiciones de explotación que las primeras.

Los trabajos de explotación, de que en otra parte de esta Memoria se da más amplia cuenta, han estado concentrados hasta estos últimos años por encima del octavo nivel, que es de la galería general de reconocimiento y desagüe, establecida a ocho metros por encima del nivel del río Saja, y se han ejecutado a roza abierta, desmontando para ello toda la montera primitiva del criadero, estériles y minerales de hierro (limonita), todas las tierras calaminíferas contenidas entre las dolomías y también gran parte de estas

mismas dolomías para facilitar el arranque en los diversos niveles de la explotación; estos trabajos han llegado por el O. hasta las concesiones «Donostiarra» y «Estrella», donde ya por la elevación del terreno el recubrimiento es muy grande y en cuyo corte puede verse perfectamente la sucesión de los minerales oxidados a los sulfuros; desde el sexto nivel, una galería en dirección ha reconocido la prolongación al O. de los minerales. Al ir agotándose las calaminas y transformándose el criadero, apareciendo como yacimiento blendífero en su verdadera forma, los trabajos de reconocimiento y preparación en profundidad se han hecho necesarios, y en estos últimos años se ha llevado a cabo parte del plan estudiado. Una galería inclinada, según la pendiente del criadero, se ha llevado hasta 40 metros por debajo del octavo nivel, abriéndose en el noveno y décimo nivel a 20 y 40 metros, respectivamente, galerías en dirección sobre una de las principales columnas mineralizadas, galerías que hoy alcanzan un desarrollo de 75 metros.

Dos galerías horizontales desde el octavo nivel en dirección NO. han cortado las zonas de blenda en 65 metros. Se proyecta la ejecución de sondeos para cortar la continuación del criadero a mayor profundidad, atravesando las areniscas del techo y la prolongación del plano inclinado como base de la ulterior explotación en profundidad. La continuidad del criadero con la mineralización actual está comprobada hasta la profundidad hoy reconocida, y por debajo de este nivel no hay ningún indicio en contra de su continuación.

La mineralización, aun dentro de las zonas metalizadas, está irregularmente distribuida, y también lo es la proporción de la mezcla de los sulfuros metálicos de cinc, plomo y hierro; la blenda se encuentra unas veces solo con la dolomía, con escasa cantidad de galena, constituyendo lo que llaman blenda dolomítica; otras veces la blenda y la galena

presentan proporciones casi iguales, formando la llamada blenda plomiza.

Las tierras calaminíferas tienen en el criadero una ley de 10 a 15 por 100 de cinc; los minerales blendosos, después de un primer estrío en la mina, tienen en bruto de 15 a 20 por 100. Los minerales son sometidos a la preparación mecánica que se describe en otro lugar, y después de concentrados tienen en promedio las siguientes leyes: calamina, 35 por 100 = blendas, 42 a 45 por 100 de cinc.

Sería muy difícil calcular una cifra exacta de la total cubicación del mineral que queda aún por explotar, faltando aún la base principal, que es tener datos concretos sobre la extensión en profundidad y en dirección que el criadero alcanza; dentro de lo que permitan los reconocimientos hechos, sólo puede asegurarse que quedan por explotar de 50.000 a 70.000 toneladas de calaminas y una cantidad de blendas no inferior a 250.000 toneladas, cantidad que a poco que los nuevos reconocimientos acusen resultados favorables será notablemente ampliada.

Por los caracteres del criadero que quedan reseñados, se le puede clasificar como un criadero de origen hidrotermal, formado por sustitución metasomática en las dolomías. Prescindiendo de discutir ahora el origen sedimentario o no de estas dolomías, tenemos por cierto que han debido formarse con anterioridad a la constitución del yacimiento metalífero, el cual se ha producido como consecuencia del plegamiento de los estratos aptenses, que ha provocado la rotura de los sinclinales y la formación de fallas y grietas por donde han salido al exterior las aguas portadoras de los elementos metálicos. Estos elementos debían venir disueltos al estado de sulfuros en disoluciones alcalinas con exceso de SH^2 y al atravesar las dolomías disminuyendo la presión y temperatura, el SH^2 ha disuelto los carbonatos cálcico y magnésico y ha depositado los sulfuros de hierro, plomo y cinc. Formado el criadero primi-

tivo, la circulación de las aguas meteóricas cargadas de ácido carbónico por encima del nivel hidrostático ha alterado la parte superior del mismo, formándose las calaminas y demás minerales oxidados que han constituido la montera del criadero en un espesor considerable.

Es, por tanto, el de Reocín, lo mismo que los otros que describiremos después, un criadero epigenético de sustitución metasomática. Su edad geológica debe referirse al período siguiente a los primeros movimientos alpinos (movimientos antelutecienses) que dieron origen a la formación de la cordillera Cantábrica, es decir, al nummulítico medio o eoceno.

Descripción de las labores e instalaciones.

Explotación.—La Real Compañía Asturiana de Minas posee en término de Reocín 345 hectáreas de mineral de cinc y plomo. El criadero tiene la forma de una C alargada, con las cabezas hacia el N. y la parte central casi recta y con una dirección aproximada de E. a O. paralela al curso del río Besaya y limitado por el O. con el monte de Sopenña y por el E. con el río Saja, en Ganzo, unos cinco kilómetros.

El criadero tiene por techo la arenisca y por muro la caliza y arma en dolomía, pudiéndose ver ésta en la superficie siguiendo la dirección del criadero con una anchura de más de 200 metros.

La calamina se presenta en masas arcillosas con granos de dicho mineral, rellenando los huecos que deja la dolomía. La blenda y la galena se presentan íntimamente mezcladas con dolomía. Las gangas que acompañan a estos minerales son: dolomía y pirita de hierro.

En los primeros tiempos de estas minas se explotó el hierro de la parte superior del criadero, como sucedió en las vecinas minas de Cartes; pero, agotado pronto, hoy la explotación está limitada al cinc y al plomo.



El sistema de explotación empleado es a cielo abierto y por galerías y pozos, dominando el primero, que se hace en grandes tajos de arranque; en la explotación subterránea se sigue el sistema de huecos y pilares.

La labor principal hasta el año pasado ha sido la galería del vallejo, que tiene una cota de nueve metros sobre el río Saja. Esta galería sigue la dirección del criadero, y, partiendo de ella, se hicieron otras transversales, con lo cual se reconoció el criadero en sus dos direcciones a esa profundidad. Pero no sólo sirvió esta galería para este objeto, sino que ha sido la base de esta explotación. Esta galería es el octavo nivel; el primero, segundo y aun el tercero puede decirse que sirvieron solamente para separar las tierras y dejar al descubierto el criadero. En el cuarto nivel, la explotación es a cielo abierto con algunas galerías de investigación. El quinto nivel ha desaparecido por el avance del sexto, quedando los dos convertidos en uno solo. En este nivel hay varias labores a cielo abierto con galerías de reconocimiento, de las cuales la galería maestra tiene otras galerías transversales. En el séptimo nivel, la explotación es, en su mayor parte, subterránea con galerías que reconocen el criadero en todos sentidos. Entre piso y piso hay un desnivel de ocho a diez metros, menos entre el octavo y noveno y entre el noveno y décimo, que hay 20 metros de separación.

El número de toneladas arrancadas en el último año ha sido: 5.038 toneladas de calamina, 12.346 de blenda y 1.393 de galena. El número total de obreros, entre las minas y los talleres, es 550. La dinamita empleada en el año último ha sido 21.500 kilogramos.

El arranque de las tierras calaminíferas se hace a pico y pala y la blenda y galena con dinamita; perforando a la barra o con perforadoras de mano o por medio del aire comprimido, en los grandes tajos.

La entibación de las galerías se hace con madera des-

tinando a ella un bosque de acacias que la Compañía posee en las proximidades de la mina; también se emplea el eucalipto y otras maderas. Hay también algunas galerías en que se han ensayado otros medios de entibación; en la galería del vallejo se han empleado carriles viejos sujetos con hierros en *U* para resistir empujes ocasionados por las aguas.

El arranque de los minerales en roca se hace con ayuda de martillos Ingersoll. Para ello hay cuatro instalaciones de compresores con un total de 16 martillos y una máquina Leyuer para arreglar las bocas de las barrenas.

Las labores principales se hallan actualmente en los niveles 7.º, 8.º y 10.º. La extracción del 7.º y del 8.º se hace por medio de dos ascensores, uno de vapor y otro eléctrico, con jaulas para un vagón de 500 kilogramos de carga útil, y la del 9.º y 10.º nivel por medio de un plano inclinado de 150 metros de longitud, de doble vía, para el transporte de mineral y una vía para bomba. La inclinación de este plano es de 22º 30' sexagesimales. Para su funcionamiento hay una instalación eléctrica de 60 HP y se pueden sacar 3.000 kilogramos de carga útil con una velocidad de tres metros por segundo. Ultimamente va apareciendo en las labores tal cantidad de agua que su extracción puede llegar a presentar serias dificultades. Hasta el 8.º nivel o sea la galería del vallejo, el desagüe era natural sin empleo mecánico alguno; pero al llegar a niveles inferiores ha habido que instalar bombas centrífugas. El 8.º nivel tiene una galería de 3.500 metros de longitud que se utiliza para el desagüe de toda la mina. Las labores que están por debajo de ese nivel se desaguan con una bomba capaz para 50 litros por segundo.

La ventilación de la mayor parte de las labores es natural, habiendo solamente dos ventiladores, uno en las labores del 10.º nivel y otro en una labor situada en el avance de la galería del 6.º nivel.

Las máquinas empleadas en esta explotación son: 24 motores eléctricos, con un total de 395 HP; tres motores, con 110 HP; 22, con 348 HP; dos ascensores, con 48 HP; cinco máquinas fijas, con 160 HP, y una grúa a vapor, con 5 HP.

Preparación mecánica de los minerales.—Los minerales de Reocin son muy complejos, por lo cual se hace un escogido a mano, cuya primera operación es separar lo útil de lo estéril y después, entre lo útil, limitar en lo posible esa complejidad. Así, en el escogido a mano, resultan las clases siguientes:

Estéril, que va a las escombreras.

Calamina limpia, que va a los hornos de cuba.

Blenda y galena limpias, que se almacenan.

Calamina ferruginosa, a los hornos de reverbero.

Calamina y blenda plomiza y blenda dolomítica, que van a los talleres de preparación.

Taller núm. 1.—El mineral pasa por una quebrantadora Blake y va a un trómmel de dos cedazos, dando, por consiguiente, tres clases: la mayor va a una mesa de escogido, la media a un molino y la menor a un depósito, desde donde se eleva por medio de cangilones a una serie de cuatro trómmeles clasificadores, pasando de aquí a las cribas de cuatro compartimientos, cada una de las cuales da tres clases. Los mixtos de estas cribas se elevan a un molino triturador y luego a los trómmeles clasificadores para volver a las cribas. Las aguas de todos los aparatos se depositan en recipientes de decantación, desde los cuales se elevan los lodos a una mesa Linkenbach, donde sufren una separación. El total de aparatos es: una quebrantadora de mandíbulas, dos molinos, cuatro trómmeles clasificadores, 16 cribas de pistón, una mesa Linkenbach y dos mesas Humboldt.

Taller núm. 2.—Es semejante al anterior y algo más amplio. Consta de los aparatos siguientes: una quebranta-

dora de mandíbulas, dos molinos, cuatro trómmeles clasificadores, 18 cribas de pistón de cuatro compartimientos, seis cribas de pistón de cinco compartimientos y cuatro mesas Humboldt.

La fuerza necesaria para los dos talleres es de 120 HP y el agua que consumen 2.400 litros por minuto.

En estos lavaderos se pueden tratar 200 toneladas diarias de tierras, que producen 40 a 50 toneladas de productos limpios. El precio de coste de este lavado es de seis pesetas tonelada.

Taller de flotación.—El mineral que se trata en este taller tiene la composición siguiente:

Blenda	15/30 por 100
Calamina.....	1/5 —
Galena.....	1/7 —
Hierro	3/10 —

La ganga es dolomía. Dentro de esta composición mineralógica, con alguna variación en las proporciones, hay tres tipos de blenda en esta mina:

1.º Blenda de color pardo oscuro y ganga dolomítica muy blanca.

2.º Blenda oscura, casi negra, con ganga dolomítica azul.

3.º Blenda oxidada con tierras calaminíferas y arcillosas.

Este taller de flotación, cuya descripción ha publicado recientemente la notable revista americana de minas *Engineering & Mining Journal Press*, está constituido por los aparatos siguientes: una tolva de hormigón armado para depósito de minerales, dos trituradoras, dos molinos Hardinge, siete conos deslamadores, cuatro mesas Butchart, cuatro mesas Deister, cuatro tanques clasificadores, una máquina de flotación de 16 celdas y 14 espumantes, un tanque Dorr y un filtro Oliver.

Este sistema de lavado por flotación se reduce a triturar el mineral al tamaño de dos milímetros y pasarlo por un tamiz; lo que no pasa por este tamiz tratarlo en mesas; los mixtos y mezclas de estas mesas volverlos a triturar y unir el producto a lo primero que ha pasado por el tamiz y tratarlo todo por flotación. El producto flotado se pasa por mesas de lamas para separar el plomo.

El mineral que se ha de tratar por flotación llega a una tolva de hormigón armado capaz para 400 toneladas; esta tolva tiene tres compuertas por las que cae el mineral sobre una cinta transportadora horizontal. En cada compuerta hay un aparato alimentador que puede descargar 25 toneladas por hora; funciona solamente uno cada vez, y cuando éste ha vaciado lo correspondiente a su zona entra en función otro de los alimentadores, pudiéndose descargar así sucesivamente las tres zonas de la tolva. La cinta transportadora horizontal vierte el mineral en otra cinta igual a ella, pero dispuesta con una pendiente de 20 grados. Esta cinta conduce el mineral por una galería cubierta al taller de molienda. Consiste este taller en una criba fija de barrotes de hierro que clasifica el mineral en dos partes; lo más grueso va a una quebrantadora de mandíbulas, y el producto de esta quebrantadora, unido a lo que pasa por la criba fija, va a una criba móvil, sistema Bárcena, que consiste en una chapa con orificios de 0,038 metros de diámetro. Esta criba, que su autor llama vibro-criba, ha sido uno de los aciertos de esta instalación modelo, pues al hacerse la instalación del taller de quebrantadoras se montó una criba Dallemagne de sacudidas que debía producir 7.500 kilogramos-hora; pero nunca se llegó a esta producción porque al poco rato de funcionamiento los orificios de la chapa se atascaban. El Sr. Bárcena modificó esta criba fijándola al bastidor móvil por intermedio de unas ballescas que producen en la chapa unas sacudidas normales a ella, evitando así el atascamiento de los orificios. De este

modo se llegó a tratar en la criba modificada 150.000 kilogramos-hora.

La parte que retiene la criba Bárcena pasa a otra quebrantadora, cuyo producto es transportado por medio de un elevador de cangilones a la misma criba Bárcena, donde sufre un nuevo tamizado.

Lo que sale de este tamiz es transportado al taller de concentración por medio de una cinta inclinada a 21 grados y cubierta como la anterior por una galería. Esta cinta vierte el mineral en una tolva de capacidad de 30 toneladas que tiene un alimentador igual a los citados anteriormente y que deja caer el mineral sobre una cinta transportadora que lo conduce a un molino Hardinge, constituido por una parte cilíndrica terminada por sus bases en conos desiguales. En el interior de esta capacidad hay cinco toneladas de bolas de acero de 120 centímetros de diámetro. Este aparato gira a razón de 27 revoluciones por minuto. El producto de este molino es llevado por un elevador de cangilones a un tamiz que lo separa en dos partes: una mayor de dos milímetros, que vuelve al molino, y otra menor, que pasa a un cono deslamador en que, separadas las lamas, el resto pasa a otro cono distribuidor que reparte el mineral en tres mesas Butchart. La galena procedente de estas mesas cae a una draga y se recoge para almacenarla. La blenda y dolomía mezcladas se llevan a una cuarta mesa Butchart por medio de una bomba. Desde esta mesa la blenda pasa a una draga que la vierte en una cinta transportadora. Los mixtos procedentes de las mesas Butchart pasan a un cono espesador, donde, por decantación, se les quita parte del agua que vuelve a emplearse.

La mezcla procedente de este cono, que tiene un 50 por 100 de agua, va a un segundo molino Hardinge del mismo tipo, pero de menor capacidad que el anterior, con cuatro y media toneladas de bolas de acero. Lo que sale de este molino pasa por un clasificador que devuelve lo grueso al

molino; lo fino del clasificador pasa a tres conos adonde van también a parar las lamas separadas en el cono anterior. El agua clara de estos tres conos vuelve al circuito; la pulpa procedente de los conos, que tiene 75 por 100 de agua, pasa a la flotación.

La flotación se hace en una máquina compuesta de 16 compartimientos de agitación y 14 de espuma. Después de muchos ensayos hechos por el Sr. Bárcena en el laboratorio, se ha encontrado la mezcla de agentes de flotación más adecuada a estos minerales; es la siguiente: 1,5 kilogramos de creosota, 0,06 kilogramos de aceite de pino y 0,3 kilogramos de sulfato de cobre por tonelada de mineral tratado. La espuma de los diez primeros compartimientos va a un distribuidor y de éste a cuatro mesas Deister, en las que la galena y la blenda quedan separadas; la espuma de los cuatro compartimientos restantes vuelve a la máquina para repasarla. La última cámara de flotación da un producto estéril que va a la escombrera por medio de una bomba que lo eleva a un cono en el que se separa la arena y las lamas; éstas quedan en unos depósitos para utilizarlas cuando sea necesario. La galena procedente de las mesas Deister va a una bomba que la eleva a un cono espesador, de donde sale con un 25 por 100 de agua y se lleva a la tolva de galenas a unirse con las procedentes de las mesas Butchart. La blenda de las mesas Deister se lleva por medio de una bomba a un gran tanque de hormigón armado de 12 metros de diámetro, en el que se separa por decantación agua clara que vuelve a la circulación y queda una masa que sólo contiene 35 por 100 de agua. Esta masa es transportada por medio de una bomba a un filtro Oliver, aspirador, en forma de cilindro giratorio, en el que la pasta sufre un nuevo secado y queda con un 12 por 100 de humedad, cayendo en una canal por cuyo fondo pasa una cinta transportadora, que es la misma que lleva la blenda procedente de las primeras mesas. Al final de esta cinta hay un

tornillo de Arquímedes horizontal que distribuye la blenda en un montón a lo largo de las vías para su carga en vagones. Esta carga se hace a mano y también por medio de un cargador automático.

Toda esta instalación se ha llevado al grado máximo de mecanismo, pues sólo se emplean en el taller de flotación seis obreros. El emplazamiento está perfectamente estudiado y no se podría idear mejor aprovechamiento del espacio disponible. El consumo de agua es 900 litros por minuto. La fuerza que se consume en este taller es de 200 HP. La instalación de trituración es capaz para 800 toneladas diarias y en el taller de concentración se ha conseguido pasar fácilmente de las 200 toneladas; de modo que el consumo de fuerza en este taller no llega a un HP por tonelada.

Gran parte de la maquinaria del taller de flotación se ha construido en los talleres de la Compañía en Reocín y el resto en los Estados Unidos; tanto una como otras funcionan con la mayor perfección.

Las aguas procedentes del lavadero van a unos enormes depósitos de decantación de más de cinco hectáreas que vierten las aguas limpias al río Besaya; los lodos, que tienen por término medio un 5 por 100 de cinc, quedan depositados, teniéndose buen cuidado de tomar muestras periódicamente para conocer las partes ricas y pobres de los mismos, llegando las primeras a una proporción de 9 por 100 de cinc.

Calcinación.—La calcinación se emplea para enriquecer los minerales de calamina. Los minerales mayores de 13 milímetros se escogen a mano y van a los hornos de calcinación (hornos de cuba). Los menores de 13 milímetros, que no se escogen a mano y que no son tan limpios porque contienen hierro, pasan por un separador electromagnético. Para hacer esta separación es preciso hacer pasar al hierro al estado magnético, para lo cual se reducen con un 3 por 100 de carbón en hornos de reverbero. El taller de

separación electromagnético consiste en un trómmel en que se separa el polvo menor de medio milímetro que contiene mucho cinc, pasando el resto a un aparato Kessler en que se separa el hierro. Este hierro va a un triturador de bolas y después a un trómmel de dos telas que produce tres productos; lo más fino se mezcla con el mineral, lo intermedio pasa a otros aparatos Kessler y lo más grueso a unos cilindros que dan hierro y cinc con hierro. El costo de la tonelada tratada en este taller es de dos pesetas y pueden tratarse 30 toneladas en diez horas.

Los minerales que salen de los hornos de calcinación citados van a unos depósitos, donde son transportados por ferrocarril hasta el puerto de embarque en Hinojedo.

Transportes.—Los minerales de las distintas labores son transportados a los talleres de clasificación y hornos de calcinación por una red de vía de 0,55 metros en vagones sencillos de 600 kilogramos y dobles de 1.200 kilogramos para la blenda y de 450 kilogramos para la calamina, formando trenes de nueve vagones dobles o de 12 vagones sencillos para la blenda y para la calamina respectivamente. Las locomotoras empleadas en este servicio pesan cuatro toneladas; los vagones son volquetes de descarga lateral. El trazado, adaptado a la naturaleza del criadero, tiene en algunos sitios curvas de 13 metros de radio.

Los minerales tratados en el lavadero antiguo y en los hornos de calcinación y en el nuevo lavadero por flotación son transportados al puerto o al ferrocarril Cantábrico por otro ferrocarril de vía de un metro en trenes de 30 vagones con 50 toneladas. Este ferrocarril, de una longitud de 8.200 metros, va hasta Hinojedo, en cuyo punto hay un muelle embarcadero en el que pueden atracar barcos hasta de 1.000 toneladas que tienen su acceso por la ría de Suances. Antes de llegar a Hinojedo hay un ramal que va a la estación de Puente San Miguel, donde enlaza con el ferrocarril Cantábrico. Por último, estos brazos del ferrocarril de Reo-

cín quedan enlazados por un ramal en arco que sirve para que los minerales de calamina de Udías, que necesitan ser calcinados, puedan llegar a los hornos de calcinación de Reocín. Para el servicio de este ferrocarril hay tres locomotoras: una de 70 HP y 14 toneladas y dos de 25 HP y ocho toneladas. Hay 100 vagones de hierro de un metro cúbico aproximadamente; además, la Compañía tiene otros vagones del tipo del ferrocarril Cantábrico y en ocasiones suben también hasta Reocín los propios vagones del Cantábrico. Para el servicio de explotación propiamente dicho hay en total 11 locomotoras, de las cuales suele haber generalmente siete en servicio y cuatro en reserva; estas locomotoras son de 12 HP y pesan cuatro toneladas en servicio. Los gastos de transporte desde bocamina al puerto son 2,50 pesetas en tonelada.

CRIADERO DE MERCADAL

Geología y génesis del criadero.—Las minas de Mercadal que hoy explota la Sociedad Anónima «Minas de Cartes» están situadas en el pueblo de Mercadal, en el Ayuntamiento de Cartes, a unos cinco kilómetros de Torrelavega.

El criadero de mineral de cinc que en ellas se trabaja está situado al S. de Reocín, y aunque de menores dimensiones e importancia industrial, debe considerarse como una prolongación del mismo, del que únicamente un accidente tectónico le ha separado. Sobre el criadero han sido demarcadas una serie de minas que ocupan una superficie de 348 hectáreas, aunque no todas están sobre la parte utilizable del yacimiento. En dirección de E. a O., en un repliegue del terreno que se extiende desde Sierra Elsa hasta el O. de Mercadal, por la ladera oriental de la divi-

soria de Mazcuerras y Cartes, dos largas series de crestas calizas y dolomíticas marcan la situación del criadero, que alcanza una longitud de unos 2.500 metros. Entre los afloramientos de la faja de dolomía que determina el criadero se han explotado desde hace ya más de cincuenta años bolsadas superficiales de calaminas y hierro y últimamente se han reconocido los minerales sulfurados blenda, galena y pirita, que constituyen hoy el único objeto de la explotación.

El terreno en que se presentan estos minerales es geológicamente el mismo que en Reocín: el tramo aptense del cretáceo; la sucesión estratigráfica es en Mercadal la misma que en Reocín, pero debido al accidente tectónico que ha separado ambas cuencas, en un corte de S. a N. del terreno, se repiten dos veces las mismas capas del aptense. Sobre las arcillas y areniscas del wealdense que cruzan al S. del pueblecillo de Bedicó se apoyan las areniscas amarillentas y arcillas arenosas y pizarreñas del aptense inferior, con sus dos niveles de orbitolinas (O. cóncava = O. disco idea, de pequeño tamaño), sobre las cuales se encuentra la primera masa de calizas con pequeños rudistas, con una anchura en Mercadal de unos 200 metros; estas calizas hacia el E. empiezan a aparecer próximas al barranco de Cangos y desaparecen hacia el alto de la divisoria del Ayuntamiento de Mazcuerras. Sobre ellas unos estrechos bancos de margas y calizas margosas, corresponden al horizonte margoso de Reocín, con ostreas y ammonites, en contacto con las calizas y dolomías cristalinas que corresponden a la segunda masa de calizas con grandes rudistas, que contienen el horizonte donde están incluidos los minerales de cinc. Por encima de la faja de dolomías se encuentran, en contacto anormal, otra vez las areniscas y arcillas pizarreñas del aptense inferior con orbitolinas que forman la base de la serie y que son ya los bancos inferiores de Reocín que se extienden desde S. de Sopenña y Pico de Cas-

tillón hasta el río Besaya, siguiéndose después toda la serie descrita al estudiar el anterior criadero.

La dirección general de las capas cretáceas es de O. a E. en promedio y hacia la parte occidental de E. 10° S., presentando un buzamiento al N. que varía de 35 a 40°.

Ya hemos indicado, al tratar de Reocín, que el plegamiento de los estratos cretáceos al producirse el levantamiento de la cordillera Cantábrica y el anticlinal del Dobra y Peña del Vidrio, había producido en el borde S. de la cuenca primitiva de Reocín y Mercadal fuertes levantamientos de las capas, con roturas y fallas importantes. Una de éstas ha separado Reocín de Mercadal, produciendo su actual situación relativa.

De los trabajos y sondeos de reconocimiento hechos en las minas de Mercadal se puede deducir que la rotura es consecuencia de un pliegue resuelto en falla por estiramiento del flanco común y con arrastre del flanco superior (Norte) sobre el inferior (Sur), y consiguiente recubrimiento de las dolomías gargasianas de Mercadal por las areniscas del aptense inferior de Reocín; la erosión posterior ha nivelado después la falla haciendo desaparecer el saliente o desnivel producido por el arrastre y aún quedan vestigios de ello en los mogotes o cantos aislados de dolomía que se encuentran sobre la zona de areniscas inferiores entre Mercadal y Reocín. Varios sondeos practicados, entre ellos los señalados en el corte que se acompaña con los números 4 y 5, han encontrado por debajo de la serie de dolomías cristalinas mineralizadas las calizas del muro con espesores decrecientes; el último atravesó unos 10 metros de calizas y por debajo de éstas las areniscas inferiores; una galería horizontal trazada en dirección N. a unos 10 metros por encima del último nivel de la explotación subterránea ha atravesado toda la masa de dolomía y ha encontrado las areniscas inferiores en una zona dislocada y con mucha agua que presentaba todos los caracteres de

una zona de falla. Es indudable, pues, que el criadero contenido en la masa dolomítica queda limitado en profundidad por el cambio de buzamiento y pliegue de los estratos del muro que presentan el aspecto de una cabeza de pliegue, con estiramiento y laminación de las capas plegadas y con probable arrastre a lo largo del flanco interno, cuyo plano ha formado la superficie de resbalamiento o de falla. La interpretación que damos en el corte aludido de esta relación tectónica entre los yacimientos de Mercadal y Reocín nos parece la más lógica y ajustada a los datos reconocidos, y creemos que los nuevos que la explotación aporte confirmarán esta creencia.

La zona propiamente de criadero reconocido sobre la cual se han hecho los trabajos de explotación, que datan de más de cincuenta años, comprende las concesiones «Tres Pupilos», «Primera», «Maximina», «Lorenza», «Mariuca», «San Francisco» y «Pepita» y tiene una longitud de E. a O. de 1.800 metros, con anchuras variables de 100 a 250 metros. En la mina «Tres Pupilos», al extremo E., se ha explotado a cielo abierto una masa de mineral de hierro (óxidos envueltos en arcillas ferruginosas) que recubría con espesor de unos 30 metros otra masa de tierras conteniendo calaminas comprendidas entre las dolomías inclinadas 40 grados al N. En las concesiones «Maximina» y «Lorenza», las labores han tenido más desarrollo en anchura y altura, por la disposición del terreno en acentuada pendiente hacia el O., alcanzando unos 60 metros sobre el nivel principal de la explotación, que es el de la vía del ferrocarril exterior o de llegada al nivel superior del lavadero. En esta región, el recubrimiento de mineral de hierro, es decir, de tierras ferruginosas con hematites, ha sido mayor, en promedio de 30 a 40 metros, explotándose por debajo las bolsadas de tierras con calaminas contenidas entre los huecos y lisos de las dolomías; próximamente a la altura del nivel indicado, la aparición de los minerales sul-

furados blendas y piritas ha tenido lugar y se ha transformado, por tanto, la explotación del criadero en subterránea por medio de galerías y pozos que han seguido hacia el O. la dirección de las vetas o zonas mineralizadas en blenda dentro de las dolomías cristalinas; estos trabajos subterráneos se han seguido en dirección en unos 500 metros próximamente, y en profundidad llegan actualmente a unos 35 metros bajo el nivel general. Los varios sondeos practicados, principalmente los señalados con los números 3, 4, 5 y 6 hechos en la parte del techo del criadero, han puesto de manifiesto, según se demuestra en el corte, la forma característica del criadero y su desarrollo en longitud y profundidad, atravesando el espesor de las dolomías y calizas subyacentes y llegando algunos hasta atravesar gran parte de las areniscas inferiores del sistema. Entre el sondeo número 6 y las labores más extremas del O., las de la mina «Pepita», donde se explotaron las tierras ferríferas y calaminíferas, pero no blendas, el criadero apenas ha sido explorado seriamente; la superficie está formada por los minerales de hierro con arcilla que forman la montera del criadero, que adquieren gran espesor; pero los minerales sulfurados, que quedan a gran profundidad, no han sido descubiertos. El nivel hidrostático, por debajo del cual aparece la zona no alterada de los minerales sulfurados, está a 60 ó 70 metros por debajo de la superficie y, por tanto, es natural que las labores puramente superficiales de la zona O. de las minas no hayan acusado la presencia de blendas.

Resulta de lo expuesto que el criadero dentro de la zona de las dolomías cristalinas tiene un recorrido de unos 1.800 metros, de los cuales en unos 700 se ha reconcentrado hasta ahora la principal explotación, y que en profundidad ha sido reconocido en una altura de 90 a 100 metros, ocupando la zona de recubrimiento de minerales oxidados unos 30 a 60 metros; en la zona O., la profundidad a que

podrá extenderse será probablemente algo mayor, pero el criadero resultará siempre limitado en este sentido por la falla o accidente tectónico a que nos hemos referido anteriormente.

La explotación actualmente está limitada a la extracción de la blenda, que viene acompañada de pirita de hierro y de sulfuro de plomo en una proporción pequeña, alrededor de 1 por 100. Se consideran como menas utilizables la blenda y la galena, y como gangas, el hierro y la dolomía con que vienen mezcladas.

Los sulfuros aparecen impregnando la roca en mezcla íntima con ella, pero irregularmente, aun dentro de las zonas o columnas de metalización en que parecen encontrarse. Estas zonas o columnas, de dimensiones variables en el sentido de la longitud del criadero y en el de la profundidad, parecen seguir aproximadamente la dirección de los primitivos planos de estratificación de las masas dolomíticas, conservando entre sí cierto paralelismo con las direcciones generales de buzamiento. Los sondeos y trabajos indican la existencia de varias de estas columnas de mineralización; una, próxima al muro del criadero, de 1,50 metros de potencia, y otras cuatro, más próximas al techo, de 2, 10, 3 y 6 metros, que en profundidad parecen tender a reunirse, quizá por la laminación y curvatura que toman los estratos en la proximidad del pliegue-falla. Por encima, y también alternando con estas zonas de blenda, se encuentran varias fajas o zonas de pirita de hierro con poca o ninguna blenda o galena, pero que se presentan impregnando igualmente la dolomía. Hacia la superficie, por encima del nivel medio hidrostático, estos lechos, mineralizados en sulfuro, han tenido y tienen minerales oxidados (carbonatos de cinc y plomo, hematites); pero en esta parte no se ve ni se puede concretar la disposición en fajas o columnas distintas de mineralización, porque las mismas dolomías han desaparecido en grandes extensiones, cuyos

huecos rellenan las arcillas ferruginosas con sus minerales oxidados.

La disposición del criadero, bien característica, es, como se ve, idéntica a la del de Reocín, y, salvo la mayor potencia y extensión de las zonas mineralizadas en este último y la mayor ley de las menas cincíferas, son en todo idénticamente iguales, como parece deducirse de la composición geológica del terreno y de su disposición tectónica.

La potencia del criadero, mejor dicho, las dolomías en que arma, es variable; en la parte media, en la mina «Maximina», la anchura máxima de la zona dolomítica es de unos 250 metros, que corresponde a una potencia de 160 a 170 metros, pero en la mina «Tres Pupilos», y hacia el E., decrece rápidamente, desapareciendo la formación hacia el extremo de la mina «Pilarín», y análogamente sucede hacia el O., donde en los trabajos de las minas «Pepita» y «Escombreras» las dolomías se terminan en cuña rápidamente.

El aspecto físico y composición química son idénticos a las dolomías de Reocín, de color ocre oscuro al exterior, cristalinas y blancas, algo rosadas en la fractura, conteniendo 16 por 100 de magnesia.

Las blendas que se explotan contienen de 43 a 46 por 100 de cinc después de la preparación mecánica; el mineral bruto extraído, de ley algo variable según la concentración de las columnas que se explotan, tiene en promedio un 11 a 12 por 100 de cinc y un 1 por 100 de plomo.

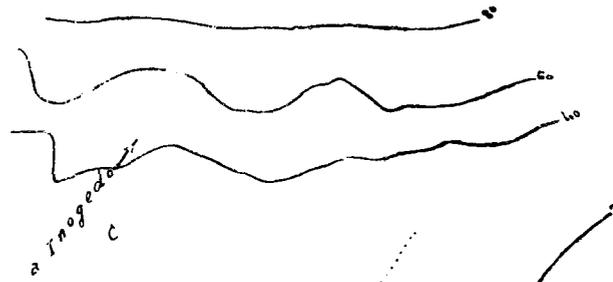
Como resultado de los antecedentes expuestos, bien puede afirmarse, respecto a la naturaleza de este criadero, que, al igual que el de Reocín, del que le consideramos como parte o continuación, en su origen es un yacimiento de origen hidrotermal, formando una masa epigenética de substitución en las calizas zoógenas del tramo aptense superior (gargasiano), constituida primariamente por minerales sulfurados de cinc-plomo y hierro que en la zona de oxida-

ción se han transformado en carbonatos y óxidos. Su origen ha sido el mismo que en Reocín, debido a emanaciones hidrotermales que han aportado los sulfuros metálicos, y su separación en este criadero ha debido ser posterior a la acción mineralizadora al producirse los últimos movimientos tectónicos que han dado lugar al actual relieve del terreno.

La explotación de estas minas ha sido muy irregular en el transcurso de los años y ha pasado por muchas vicisitudes, no teniéndose datos concretos de la total extracción de minerales que en ellas se ha efectuado. Los trabajos de reconocimiento no han sido suficientemente extensos para poder determinar exactamente la reserva de mineral contenido en el criadero; se calcula, a base de los hoy practicados, una existencia de mineral bruto de 200 a 250.000 toneladas, que representan unas 50.000 a 60.000 toneladas de mineral vendible del 45 por 100 de cinc. Pero la reserva probable creemos que pueda ser bastante mayor, porque hay todavía una zona muy extensa que no ha sido suficientemente explorada.

(Continuará)

Plano núm. 1.



Plano del grupo y zona minera de Reocín



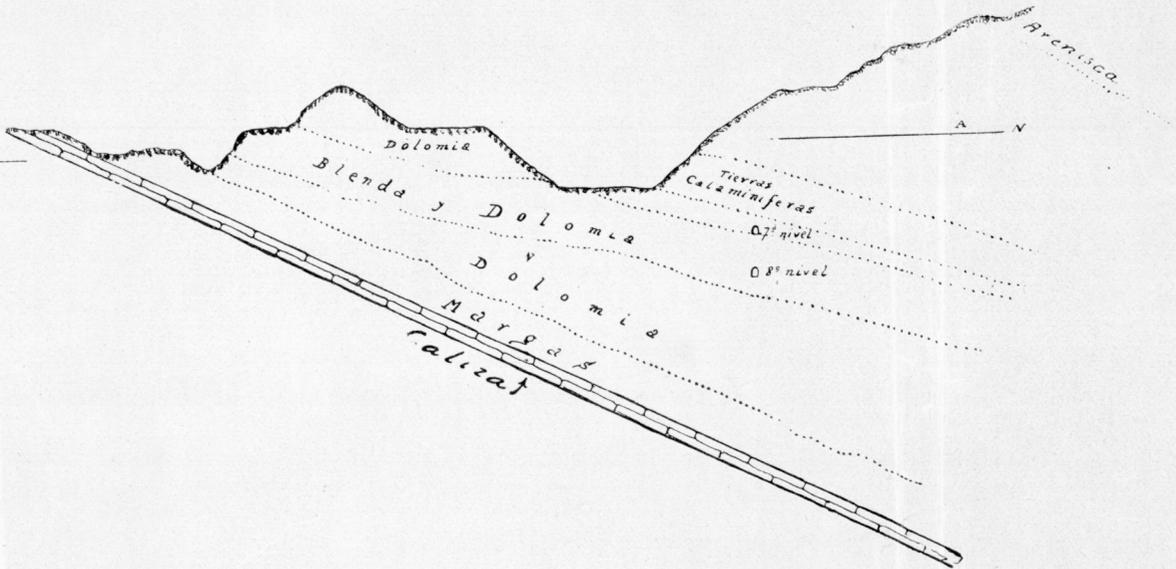
EXPLICACIÓN

- Calizas..... C.
- submar. de m. de cal. D.
- terrac. M.
- areniscas..... A.

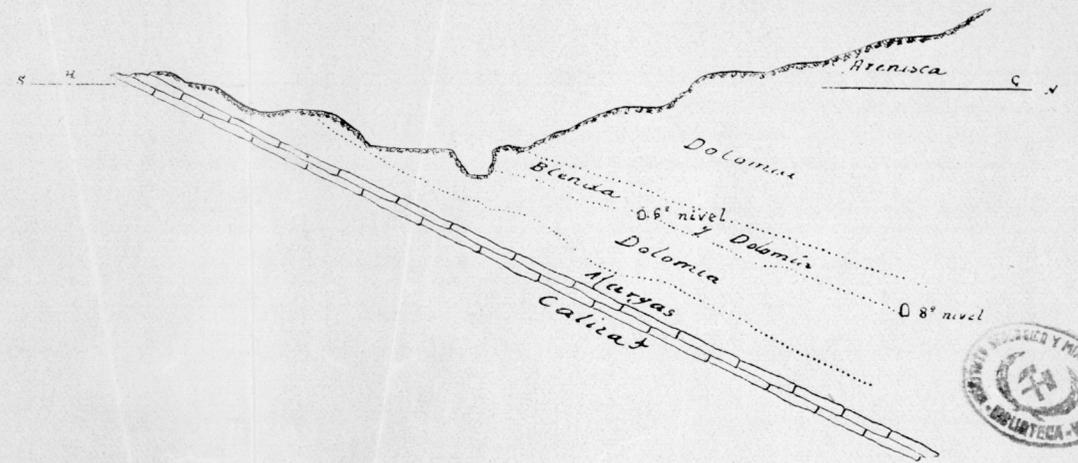
Labores de las minas de Carlitos

ZONA DE REOCIN.-CORTES GEOLOGICOS

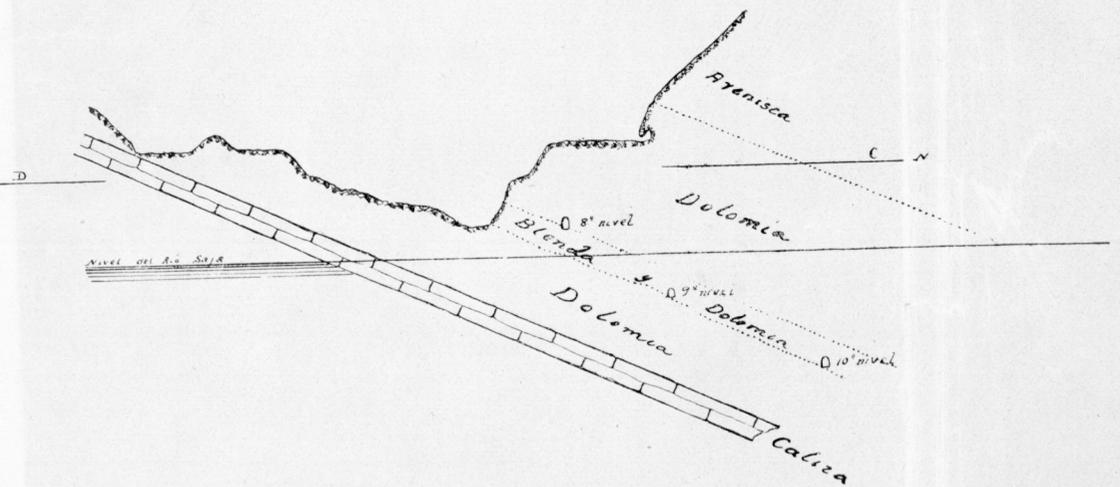
Corte por la Mina Ambiciosa



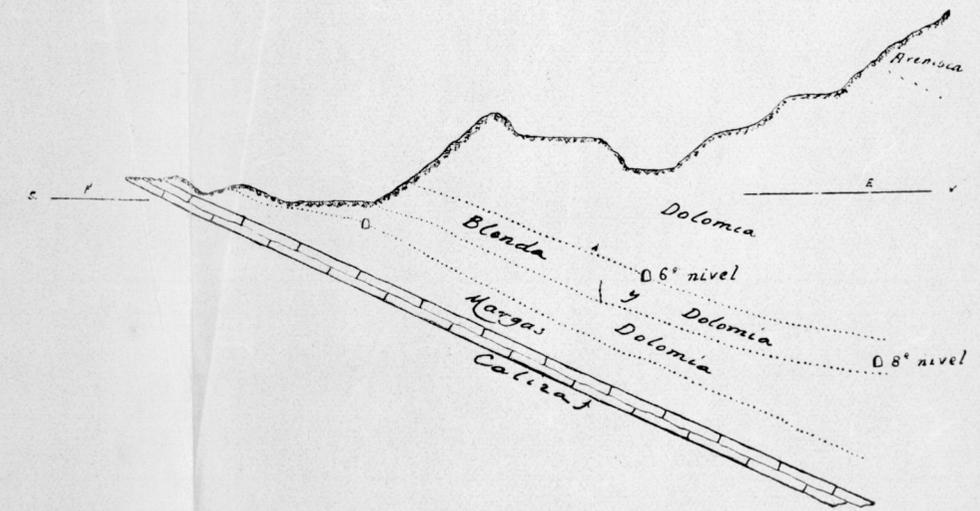
Corte por la Mina Qesera



Corte por la Mina San Roque

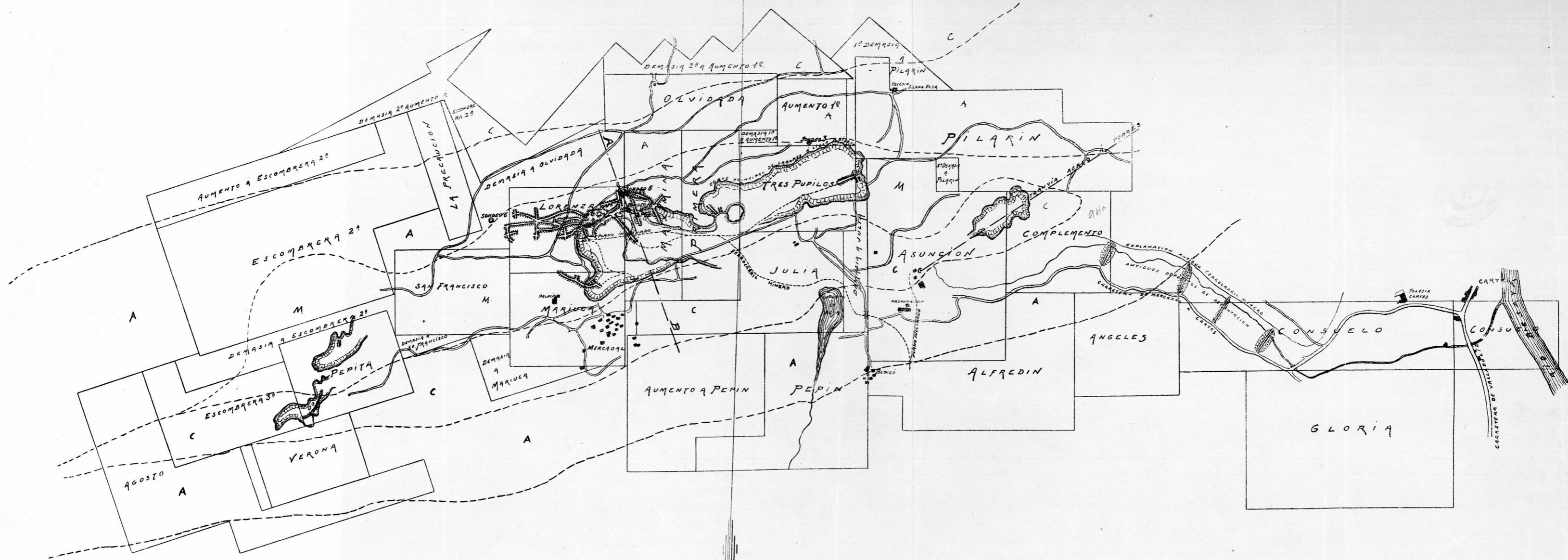


Corte por la Mina Qesera



Plano del grupo y zona minera de MERCADAL

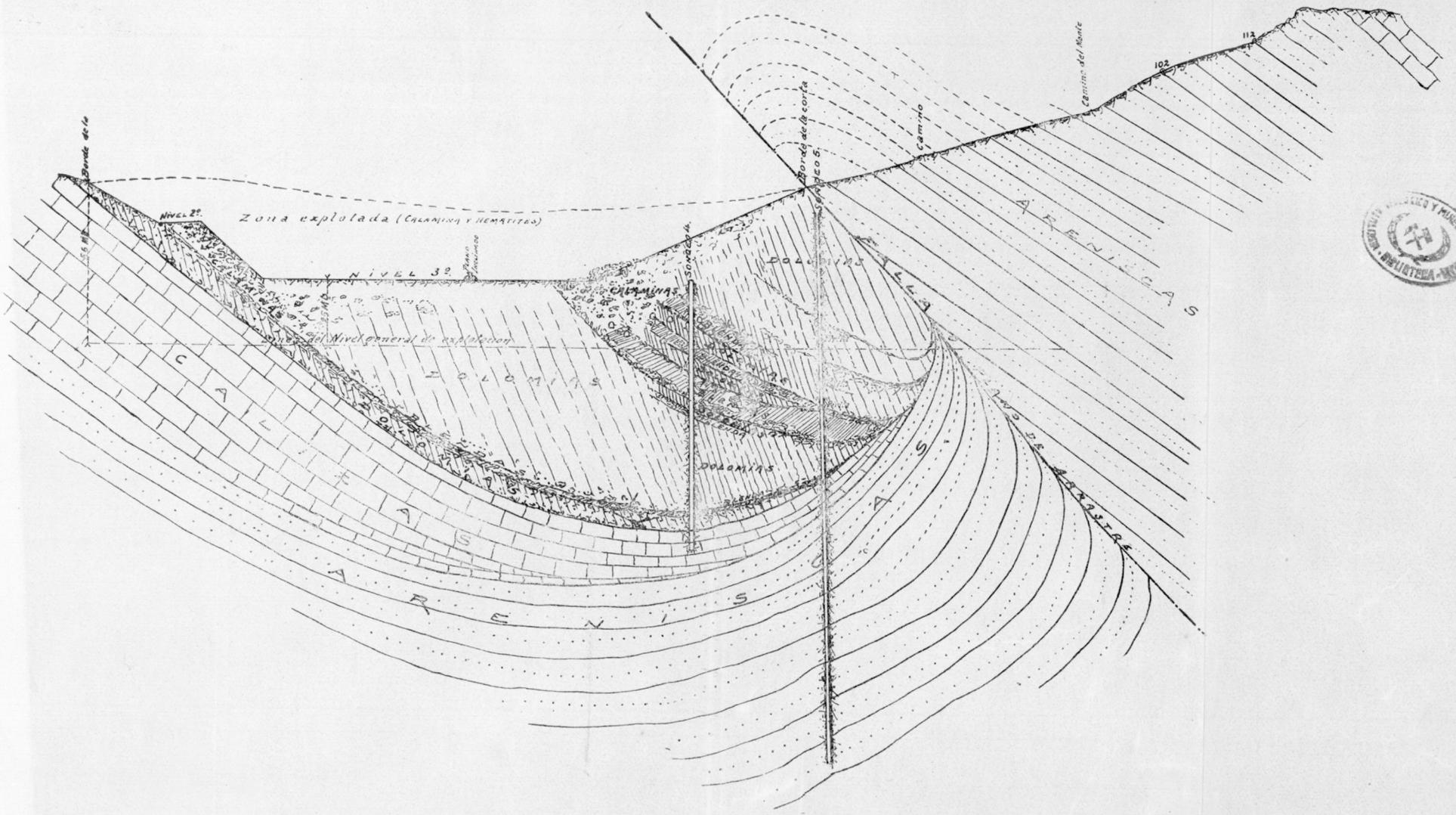
(Ayuntamiento de Cartes) SANTANDER



550

Plano núm. 4.

Corte geológico de MERCADAL (Sección A-B)



550

Plano núm. 5.

Plano núm. 6.

MINAS DE CARTES

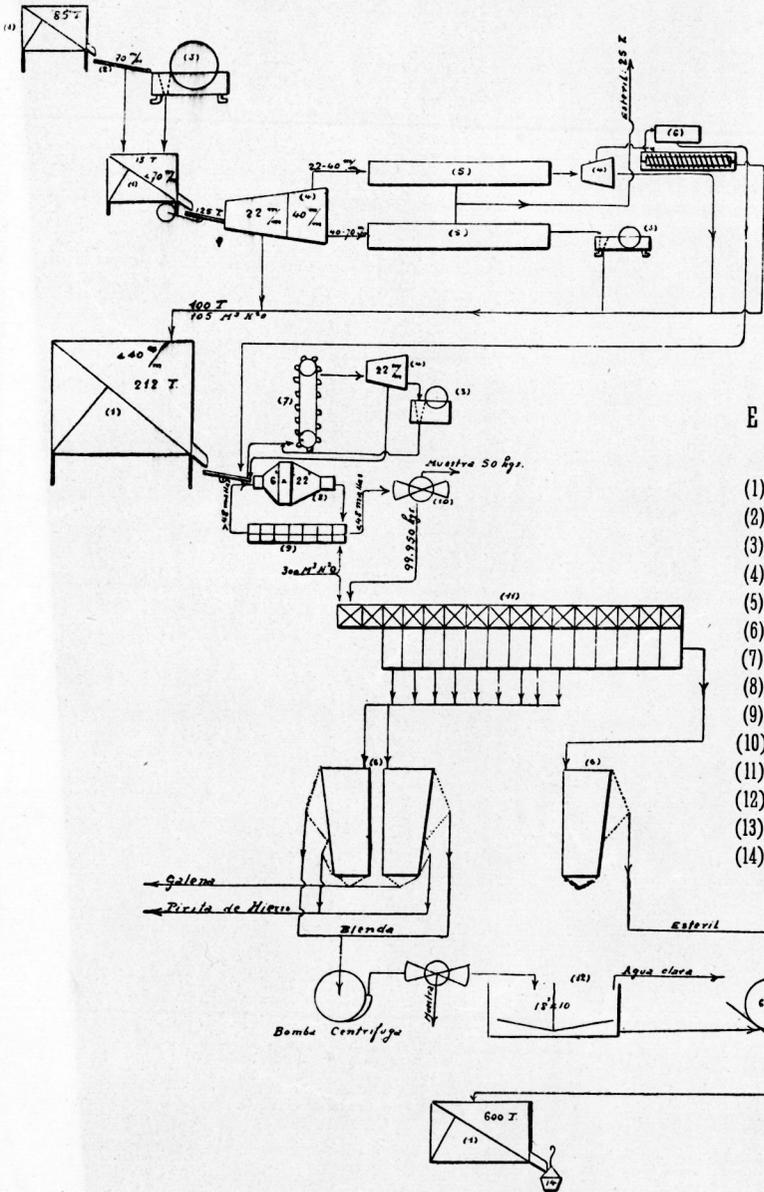
Minas de Cartes

LAVADERO DE BLENIDAS POR FLOTACION

Lavadero de calaminas

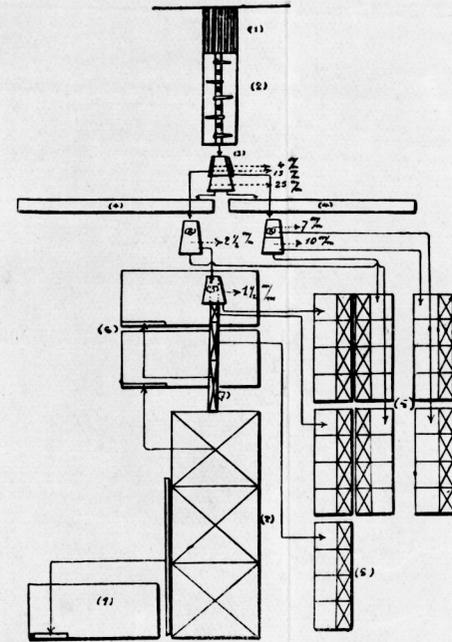
Capacidad : 140 Ts. en 24 horas.

Capacidad : 3 1/2 M³ hora.



EXPLICACIÓN

- (1) Tolva.
- (2) Criba.
- (3) ..Machacadora Dodge.
- (4) Trommel.
- (5) .. Mesa de escogido.
- (6) ... Mesa Humboldt.
- (7) Elevador de cangilones
- (8) .. Molino Hardinge.
- (9) .. Clasificador Dorr.
- (10) Tomador de muestra.
- (11) Máquina de flotación.
- (12) Espesador Dorr.
- (13) Filtro Oliver.
- (14) Tranvía aéreo.



EXPLICACION

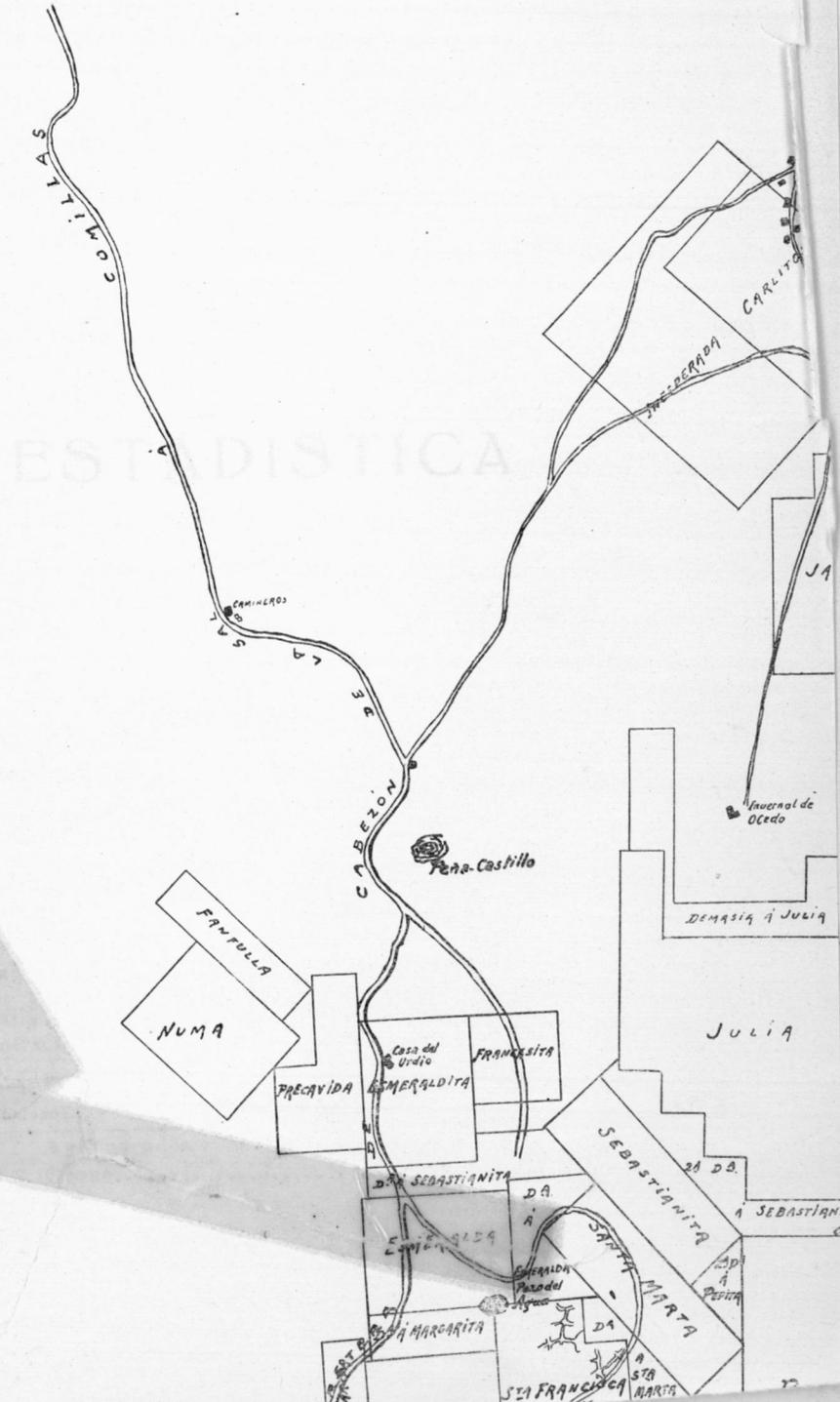
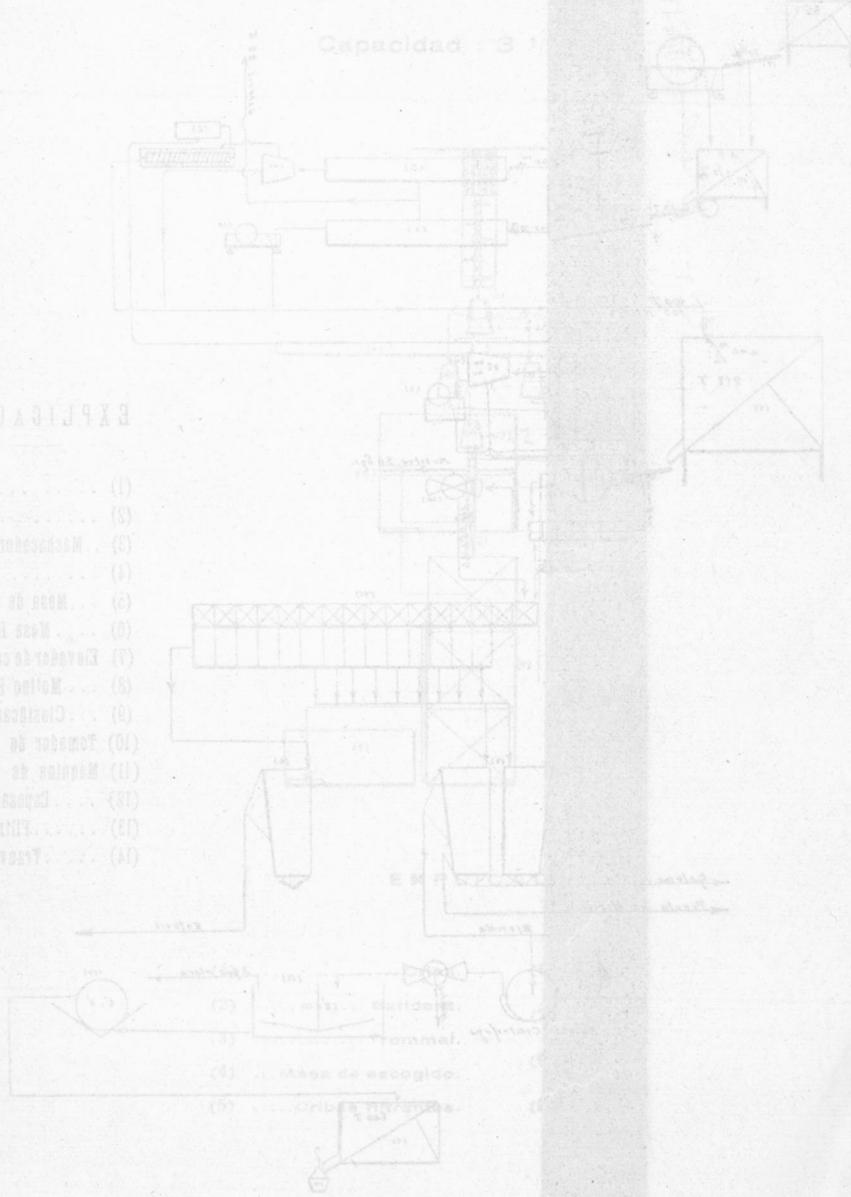
- (1) Criba.
- (2) Batidera.
- (3) Trommel.
- (4) ... Mesa de escogido.
- (5) Cribas filtrantes.
- (6) Mesa Humboldt.
- (7) Clasificador.
- (8) Spitz - kasten.
- (9) Mesa Humboldt.

MINAS DE CARTES
 LAVADERO DE BENJERS POR FLOTACION
 Capacidad: 140 Tn en 24 horas.

Capacidad: 3 1

EXPLICACION

- (1) Tolva
- (2) Criba
- (3) Mecedora de fondo
- (4) Tambores
- (5) Mesa de escopido
- (6) Mesa flotadora
- (7) Lavador de carbón
- (8) Molino horizontal
- (9) Clasificador por
- (10) Fomente de muestreo
- (11) Molino de detección
- (12) Clasificador por
- (13) Torno
- (14) Tramo de



ESTADISTICA



Avance de la producción de combustibles
durante el mes de mayo de 1930

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	378.909
Antracita.....	1.464
TOTAL.....	380.373

Coque... 11.583 toneladas.
Aglomerados..... 12.870 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.445

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	1.156
Lignito.....	15.367
TOTAL.....	16.523

Producción de coque: > toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	33.362

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	21.021
Antracita.....	13.578
TOTAL.....	34.599

Briquetas..... 6.492 toneladas.
Coque..... 4.300 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.352

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	53.649
Antracita.....	20.179
TOTAL.....	73.828

Aglomerados..... 15.365 toneladas.
Coque..... 90 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	16.460
Antracita.....	14.019
TOTAL.....	30.479

Aglomerados..... 9.133 toneladas.
Coque..... 99 —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.004
Coque de gas.....	362 toneladas

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	14.300
Aglomerados de hulla....	8.452 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	8.199

Valencia

Coque metalúrgico.....	7.893 toneladas
------------------------	-----------------

Valladolid

Aglomerados de hulla.....	396 toneladas.
---------------------------	----------------

Vizcaya

Coque.....	31.049 toneladas.
Aglomerados.....	3.700

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	»
Lignito.....	3.857
TOTAL.....	3.857

Aglomerados..... » toneladas.
Coque de gas..... 34 —

Producción de combustibles durante los meses de enero a mayo de 1930

	Meses anteriores	Mayo	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	204.001	49.240	253.241
Hulla.....	2.148.288	518.857	2.667.145
Lignito.....	129.701	33.224	162.925
TOTAL.....	2.481.990	601.321	3.083.311
Coque metalúrgico.....	233.466	55.410	288.876
Aglomerados.....	213.345	56.408	269.753

Producción nacional de aceites combustibles ⁽¹⁾

Meses de enero a mayo de 1930:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Mayo	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	1.263.957	315.614	1.579.571
Benzol 50 por 100 (medio)...	52.443	31.548	83.991
Solvent-nafta (pesado).....	222.500	61.814	284.314
Otros tipos.....	202.728	33.574	236.302
TOTAL.....	1.741.628	442.550	2.185.178
Aceites crudos (alquitranes)	11.487.628	2.946.629	14.434.257

• Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	1.799.002	473.609	2.272.611
Gasolinas y similares.....	174.975	49.959	224.934

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de mayo de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	64.482
Badajoz	4.039
Coruña (Galicia)	5.013
Guipúzcoa-Alava-Navarra	2.116
Granada-Málaga	39.718
Huelva	23.208
Jaén	1.171
Murcia	10.066
Oviedo	9.163
Santander	42.358
Sevilla	9.210
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel	51.334
Vizcaya	203.348
Zaragoza	4.461
TOTAL	469.687
Meses anteriores	1.976.492
TOTAL A LA FECHA	2.446.179

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona	»	118	»	»	»
Coruña	»	»	600.900	»	»
Guipúzcoa	321	2.049	»	»	»
Oviedo	8.655	12.888	»	»	»
Santander	4.073	4.199	»	»	»
Sevilla	»	»	»	»	»
Valencia	11.103	14.852	»	»	»
Vizcaya	34.987	52.049	»	»	»
TOTAL	59.139	86.155	600.900	»	»
Meses anteriores	229.248	317.499	2.068.400	»	»
T. A LA FECHA	288.387	403.654	2.669.300	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería	»	»
Badajoz	»	»
Barcelona-Lérida	713	»
Ciudad Real	550	»
Córdoba	100	214
Guipúzcoa	537	»
Murcia	5.715	»
Oviedo	»	669
Santander	6.151	»
TOTAL	13.766	883
Meses anteriores	42.575	3.525
TOTAL A LA FECHA	56.341	4.408

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba	»	»	»	597.597	»
Huelva	320.551	2.087.602	»	»	»
Murcia	»	»	»	»	»
Oviedo	»	»	123.532	62.304	»
Sevilla	217	»	»	»	23.000
TOTAL	320.768	2.087.602	123.532	659.901	23.000
Meses anteriores	1.248.559	4.678.906	156.747	2.512.983	158.000
T. FECHA	1.569.327	6.766.508	280.279	3.172.884	181.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	1.136
Oviedo	141
TOTAL	1.274
Meses anteriores	6.873
TOTAL A LA FECHA	8.147

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	6	»
Badajoz.....	282	»
Barcelona-Tarragona-Gerona...	424	234
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	770	»
Córdoba.....	2.390	3.869
Granada-Málaga.....	136	1.492
Guipúzcoa.....	93	601
Jaén.....	5.186	807
Murcia.....	1.349	4.576
Santander.....	717	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL.....	11.353	11.572
Meses anteriores.....	47.437	44.562
TOTAL A LA FECHA.....	58.790	56.134

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Se nombra Ingeniero Vocal del Instituto Geológico y Minero de España, en virtud de concurso, al Ingeniero 3.º en situación de supernumerario D. Enrique Rubio Sandoval.

Ha sido jubilado por cumplir la edad reglamentaria D. Sebastián Sáenz Santa María, Presidente del Consejo de Minería.

Con motivo de la anterior jubilación se produce el siguiente movimiento de escala:

Asciende a Presidente del Consejo de Minería D. Lorenzo Alonso Martínez y Martín.

A Inspector general, Presidente de Sección, D. Mauro Díaz Caneja y Cortina.

A Inspector general D. Manuel Beltrán de Heredia.

A Ingeniero Jefe de 1.ª clase D. Rafael Ariza Echezarreta.

A Ingeniero Jefe de 2.ª clase D. José Martínez Soriano.

A Ingeniero 1.º D. Pedro Guasch y Juan.

A Ingenieros 2.ºs D. Fernando Barón Blanco y D. Bernardo Zapico Menéndez, y por hallarse éstos en situación de supernumerarios D. Ricardo Gondra Lazurtegui, y

A Ingenieros 3.ºs D. Marco C. Pérez y Díez Villarias y por quedar éste en situación de supernumerario D. Manuel García Peña.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de junio de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de junio de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS	
Alicante...	Hondón de las Nieves	Santa Inés	Indeterminado	18	D. Juan Lorenzo Bonmati. » Juan Tonda Llorens. Señores Asonse y Buades. D. Salvador Amorós Martínez. » Pedro Vera Vidal. » Alejandro Such Mai.	
Idem...	Villajoyosa	Toneta	Idem	8		
Idem...	Alicante	San Miguel	Salas alcalinas	4		
Idem...	Bucejaina	Santa Isabel	Idem	12		
Idem...	Elda	Teresa	Idem	20		
Idem...	Novelda	Ampliación a Purísima Concepción	Idem	35		
Castellón...	Borriol	La Coma	Indeterminado	150	Compañía Bético-Manchega. Idem. Idem.	
Idem...	Lucena del Cid	Bachero	Idem	12		
Idem...	Idem	Colobines	Idem	117		
Huelva...	Almonaster la Real	Justicia	Manganeso	12	The Huelva Copper and Sulphur Mines. Herederos de D. Fernando Suárez García. Sociedad Española Grafitos Reunidos.	
Idem...	Calañas	Demasia a la Calañera	Idem	0,1640		
Idem...	Almonaster la Real	De la cuarta Hormiga	Grafito	20		
Idem...	Idem	Demasia a la Cardenal	Idem	20	Sdad. Minera «Los Obreros». Comp. ^a Española de Minas. D. Mariano Robles Rodríguez Minas del Centenillo, S. A. Sdad. Felgueroso Cifuentes. Comp. ^a Española de Minas. Idem. D. Francisco Robles García. Comp. ^a Española de Minas. D. Francisco Robles García. Minas del Centenillo. Minas del Centenillo, S. A. D. José Bernal Pérez. » Luis Moreno Sanz.	
Idem...	Idem	Madroñeros 2. ^o	Idem	232		
Idem...	Idem	El Vaticano	Idem	166		
Idem...	Idem	Pierret	Idem	8		
Idem...	Idem	La Cuna	Idem	12		
Idem...	Idem	Repelao	Idem	12		
Idem...	Idem	Santa María	Idem	12		
Idem...	Idem	Ampliación a la Virgen de Linarejos	Idem	300		
Idem...	Idem	San Prudencio	Idem	85		
Idem...	Idem	La Carolina	Idem	302		
Idem...	Idem	La Carolina y Carboneros	Idem	235		
Idem...	Idem	Virgen de Araceli	Idem	113		
Idem...	Idem	Guadalmina 2. ^a	Idem	90		
Idem...	Idem	El Cambrón	Idem	12		
Idem...	Idem	Carmencita	Idem	20		
Idem...	Idem	Lolita	Idem	20		
Idem...	Idem	Idem	Idem	35	» Antonio García Rex. » Francisco Olego Merayo. » Manuel Guerra Hidalgo. » Esteban Prada Oguiza. » Marcelino Suárez González. Idem. Idem. Idem. Idem. D. Bernardino Elcanciano. » Cecil A. Bume » Marcelo González García.	
Idem...	Idem	Idem	Idem	14		
Idem...	Idem	Idem	Idem	38		
Idem...	Idem	Idem	Idem	12		
Idem...	Idem	Idem	Idem	9,2990		
Idem...	Idem	Idem	Idem	4,5006		
Idem...	Idem	Idem	Idem	16,0477		
Idem...	Idem	Idem	Idem	4		
Idem...	Idem	Idem	Idem	6		
Idem...	Idem	Idem	Idem	35		
Idem...	Idem	Idem	Idem	40		
Idem...	Idem	Idem	Idem	5		
Idem...	Idem	Idem	Idem	24		» Juan Antonio Martín Pardo.
Idem...	Idem	Idem	Idem	24		
Idem...	Idem	Idem	Idem	157		» Manuel Menéndez Sierra. » Jesús González Guillermars. » Antonio García Rex. Idem.
Idem...	Idem	Idem	Idem	18		
Idem...	Idem	Idem	Idem	6		
Idem...	Idem	Idem	Idem	30		

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Oviedo.....	Sancido.....	Por si acaso.....	Hierro.....	58	D. Juan Sitges Aranda.
Idem.....	Idem.....	Ampliación B.....	Idem.....	40	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem A.....	Idem.....	20	Idem.
Tarragona..	Ciurana.....	La Montrant.....	Idem.....	6	D. José Camps Fortuny.
Idem.....	Bellmunt y Gratellips.	Demasia a Sta. Bárbara	Plomo.....	2,3320	• Manuel Folch Girona.
Idem.....	Bellmunt y Molí.....	2. ^a Demasia a Virgen de los Dolores	Idem.....	3,8305	Sdad. M. ^a y Metalúrgica Postman Bellmunt.
Idem.....	Bellmunt.....	Demasia a Repi.....	Idem.....	0,1646	D. Manuel Folch Girona.
Idem.....	Mola Bellmunt.....	Cinorra.....	Idem.....	52	Sdad. M. ^a y Metalúrgica Postman Bellmunt.
Vizcaya....	Garay y Verriz.....	Ordenada.....	Estaño.....	37	D. Nicolás Ocerin.

362

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación correspondiente del catastro en las provincias de Alicante, Castellón, Huelva, Guipúzcoa, Jaén, León, Navarra, Oviedo, Tarragona y Vizcaya.
Igualmente se ha practicado la rectificación del catastro del distrito minero de Córdoba.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden que dispone rijan durante el mes de junio, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los precios que rigieron en el mes de marzo anterior. ("Gaceta" del 1.)

Núm. 128.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España.

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el próximo mes de junio rijan, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios vigentes en el presente mes de mayo, que son los establecidos en la Real orden de 31 de marzo anterior (*Gaceta* del 1.º de abril), sin otra alteración que la rebaja de 50 pesetas en tonelada métrica para toda clase de tubos.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 31 de mayo de 1930 —P. D., *G. Ormaechea*

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden suspendiendo temporalmente el derecho de registro de minas de potasa en la zona que señala dentro de las provincias que se indican. ("Gaceta" del 19.)

Núm. 136.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta elevada a este Ministerio por el Instituto Geológico y Minero de España en 18 del corriente mes, relativa a la conveniencia

de que el Estado se reserve determinada zona en las provincias de Lérida, Huesca, Zaragoza, Navarra, Alava, Burgos y Logroño, que se juzga conveniente para realizar estudios de reconocimiento de una información potásica, y teniendo en cuenta los preceptos del Real decreto de 7 de septiembre de 1929,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer:

1.º Que se suspenda temporalmente el derecho de registro de minas de potasa en la zona de las provincias indicadas comprendida dentro del perímetro siguiente:

Límite Oeste de la zona potásica de Cataluña, partiendo de Balaguer y siguiendo el río Segre hasta su desembocadura en el Cinca y continuando éste hasta su desembocadura en el Ebro, a partir de la cual el límite va aguas arriba del Ebro hasta Logroño; Nájera, Santo Domingo, Belorado y Burgos, por carretera; Burgos, Soto Palacios, Peña Horada, Ontañón, Pesadas de Burgos, hasta el Ebro, continuando aguas abajo hasta la desembocadura del Zadorra en el Ebro; de aquí por el Zadorra hasta Vitoria; de Vitoria por la carretera hasta Piedramillera y de Piedramillera por el límite Sur de la zona reservada por el Estado en la cuenca potásica de Navarra e intestando con ella hasta la unión de la carretera de Yera con el límite de las provincias de Zaragoza y Navarra y desde este punto, continuando por la carretera, hasta Jaca; desde Jaca, yendo por la carretera hasta Yebra; de Yebra, en línea recta hasta Bergua y de Bergua siguiendo la carretera por Boltaña hasta Toledo, avanzando en línea recta hasta Navarri; de Navarri, por la carretera de Aguilar Perarriúa hasta su encuentro con la carretera que va a Benabarre por Torres del Obispo y continuando la misma carretera hasta su terminación en el límite de las provincias de Lérida y Huesca, y desde aquí en línea recta hasta Tremp y desde Tremp por la carretera de Villamitllana hasta Isona, intestando desde este punto con ella el límite Oeste de la zona potásica catalana.

2.º Que la suspensión del derecho de minas de potasa sea por el plazo de dos años, prorrogable por plazos iguales si a su tiempo se juzga conveniente hacerlo.

3.º Que la presente Real orden se publique en la *Gaceta de Madrid* y en el *Boletín Oficial* de las provincias de Lérida, Huesca, Zaragoza, Navarra, Alava, Burgos y Logroño, previa comunicación a los Ingenieros Jefes correspondientes.

De Real orden lo comunico a V. I. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 18 de junio de 1930.—*Matos*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Reales órdenes números 138 y 139 concediendo una ampliación de tres meses a las autorizaciones que fueron concedidas respectivamente a D. José María Marchesi y Sociats y a D. José Luis Martínez de Abellanosa, para instalar fábricas de cemento. ("Gaceta" del 25.)

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander. (Criaderos de cinc).....</i>	521
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de mayo de 1930.....	552
Producción de combustibles durante los meses de enero a mayo de 1930.....	555
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a mayo de 1930.....	553
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de mayo de 1930.....	556
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	559
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de junio de 1930.....	560
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.— Real orden que dispone rijan durante el mes de junio, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los precios que rigieron en el mes de marzo anterior.....	564

Real orden suspendiendo temporalmente el derecho
de registro de minas de potasa en la zona que señala
dentro de las provincias que se indican..... 564

Reales órdenes números 138 y 139 concediendo una
ampliación de tres meses a las autorizaciones que
fueron concedidas respectivamente a D. José María
Marchesi y Sociats y a D. José Luis Martínez de
Abellanosa, para instalar fábricas de cemento..... 566

**Boletín Oficial de Minas, Metalurgia
y Combustibles**



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

ESTUDIO DE CRIADEROS MINERALES
DE LA PROVINCIA DE SANTANDER

(*Conclusión*)

Descripción de las labores e instalaciones.

Explotación.—En un principio, constituida la parte superior del criadero por hierro y calamina, se explotaron estas minas a cielo abierto en grandes tajos, con escalones de 15 a 20 metros de altura. Había seis niveles, de los cuales el sexto corresponde al principal de hoy, por el cual se hace el arranque.

La explotación actualmente es a cielo abierto y subterránea, dominando ésta. El sistema de explotación en la subterránea es el de huecos y pilares. Para el arranque hay una instalación de aire comprimido. Desde las labores inferiores se sube el mineral por medio de un plano inclinado al nivel general de arrastre; este plano tiene una inclinación de 44 por 100, que es límite aconsejado, y no sigue, por consiguiente, la inclinación del criadero, pues la de éste es de 60 por 100. Por medio de este plano se llega a un nivel de 33 metros por debajo del nivel de arrastre, y, aunque todavía sigue el mineral, la prudencia ha aconsejado no descender más, por temor de encontrarse con grandes can-

tidades de agua. En la base de este plano se ha abierto una galería de dirección, y desde ésta se caló una chimenea, que sirvió, en primer lugar, para ventilación, y, una vez lograda ésta, se fué ensanchando para formar una tolva y explotar la zona próxima a ella; el mineral cae así a la galería de dirección sobre los vagones que un buey conduce hasta la base del plano.

La producción del todouno del año 1922 ha sido: 25.500, que han dado 5.500 toneladas de productos limpios, de los cuales son: 5.240 de blenda, 160 de galena y 100 de calamina.

Para labores de reconocimiento se han hecho algunas galerías y seis sondeos, que alcanzan algunos de ellos hasta 190 metros.

La cantidad de dinamita empleada el año 1922 ha sido 8.600 kilogramos.

Preparación mecánica de los minerales.

Taller de flotación.—La vía de transporte del todouno termina en un cubierto donde hay una tolva capaz para 150 toneladas, desde la cual pasa el mineral a un trómmel clasificador, que da dos productos: uno grueso, que va por una cinta transportadora a una quebrantadora de mandíbulas, y otro menor; uno y otro se reúnen en otra tolva, a la que viene también el producto grueso de un trómmel desmenzador; lo fino de este trómmel pasa a un depósito de lodos.

Los tres productos reunidos en la tolva pasan a un molino Hardinge, que lleva cuatro toneladas y media de bolas de acero de 12 centímetros de diámetro. Este molino trabaja en circuito cerrado con un clasificador Dorr. El producto de este molino pasa a la máquina de flotación, compuesta de 11 cámaras de agitación y 10 cámaras espumantes. El líquido flotador está formado por creosota y sulfato de co-

bre, que se echan en la primera y sexta cámara de agitación. Las espumas se recogen y se llevan a un reposador y el resto va a dos mesas de sacudidas para separar el plomo, que está en la proporción de medio a uno por ciento. Hay, además, otras dos mesas; una de ellas es para tratar los lodos y sirve de testigo para saber la marcha de la operación.

Las blendas pasan a un filtro Oliver, previa una decantación en un tanque Dorr de madera; el mineral, una vez seco en el filtro Oliver, va a parar a un depósito donde se cargan directamente en los baldes del tranvía aéreo.

La ley del mineral concentrado es de 48 por 100, y las blendas trata las tienen una ley variable del 9 al 20 por 100; generalmente tienen un 11 por 100.

Taller de calaminas.—Las tierras calaminíferas entran en una batidera, cuyo objeto es un primer desenlodamiento del mineral que acaba de limpiarse en las cribas, donde se separa también algo de piedra. El croquis adjunto explica claramente el funcionamiento de este taller de lavado.

Pueden lavarse tres toneladas y media por hora de tierras calaminíferas con un motor eléctrico de 25 HP. Los obreros necesarios son: uno para meter tierras en la batidera, un maestro lavador, dos pinches y 30 chicas en el escogido.

A la entrada, el mineral tiene una ley de 7 a 11 por 100 de cinc; los concentrados 18 a 24 por 100, según tamaño; en las mesas se llega al 30 por 100 de cinc.

Transportes.—El transporte en el interior se hace a mano y con bueyes. En el exterior, en el sexto nivel, se reúnen los minerales que suben por el plano inclinado en vagones de hierro, de un metro cúbico de capacidad, y otras veces en vagones de madera de dos y media toneladas. Se forman trenes de cinco vagones, con freno, que van conducidos por uno o dos obreros, sin tracción, que se suple por la pendiente, que es por término medio de 1,5 por 100. La

vía de arrastre tiene una longitud de 950 metros. Los vagones vacíos se remontan a la cabeza del plano en trenes también de cinco, arrastrados por fuerza animal.

Cable aéreo.—Tiene una longitud de 4.150 metros, entre sus dos alineaciones, que forman un ángulo de 157°; la primera alineación desde la estación de carga hasta el ángulo tiene 1 640 metros, y la segunda desde el ángulo hasta la estación de descarga 2.510 metros; el desnivel entre las dos estaciones es de 56,63 metros. Tiene 27 caballetes de forma piramidal, de madera de pino; en puntos especiales hay caballetes más resistentes de forma troncopiramidal arriostados convenientemente; los dos mayores tienen una altura de 41 metros; los vanos más importantes son: uno de 400 y otro de 475 metros; el sistema empleado es el menocable sistema Roe; el diámetro del cable es 24 milímetros y su carga de rotura 26.000 kilogramos; los baldes son de chapa de acero; hay en servicio unos 105 baldes, de los cuales están en la línea 50 cargados y 50 vacíos, y los restantes, en las estaciones; la capacidad de los baldes es de 300 kilogramos y van separados 85 metros; la velocidad de transporte es de 120 metros por minuto, y la capacidad del cable 25 toneladas hora. La fuerza necesaria que se aplica en la estación de carga es de 20 HP en el arranque, que se reduce después a 15; completa este cable una instalación telefónica con estaciones en las de carga, descarga y ángulos.

Desde la estación de descarga, situada en el apartadero de Torres, Ferrocarril Cantábrico, va el mineral al Puerto de Hinojedo, para ser conducido a Arnao (Asturias), o a Auby (Francia), donde tiene fábricas de beneficio la Compañía y que son sus principales consumidores.

El precio de transporte desde bocamina al depósito de Torres es de 3,08 pesetas tonelada, y el precio total de bocamina al muelle de Hinojedo es de 5,50 pesetas tonelada.

CRIADEROS DE UDIAS Y ALFOZ DE LLOREDO

Geología y génesis del criadero.—Los yacimientos de cinc del macizo de Udías y Alfoz de Lloredo son de los más interesantes de la provincia; situados a lo largo de una extensa formación calizo dolomítica, que tiene más de 15 kilómetros de desarrollo, tienen tal identidad geológica y constituyen una unidad tectónica tan determinada que en pocas partes de Santander puede estudiarse mejor la composición del tramo aptense. Empiezan al O. en el valle de Udías y Ruiloba, y se extienden en dirección al NE. por Novales para terminar al E. en el mar, entre Puerto Calderón y Ubiarco. A lo largo de este recorrido los extensos afloramientos de las dolomías del aptense superior van marcando la posición de los criaderos cincíferos, explotados o en reconocimiento, en Udías, donde han adquirido mayor amplitud, siguiendo a Novales la mina «San José», a Caborredondo, Oreña, Arroyo y, por último, a Puerto Calderón (mina «Cuarta»), sobre la misma costa cantábrica.

Toda la formación está constituida por los tramos del cretáceo aptense y albense, principalmente el primero, que en diversos puntos ofrece la sucesión completa de sus estratos y cuyo substratum lo forman los tramos wealdense y triás superior (Keuper yesoso) que afloran en diversos puntos del contorno de la cuenca. Geológicamente se encuentra ésta limitada al S. y al O. por el wealdense, desde las proximidades de Comillas y Ruiloba, macizo del monte Corona, y siguiendo la carretera de Comillas a Cabezón de la Sal, hasta Casar de Periedo, donde se separa hacia el SE. la rama aptense de Reocín y Marcadal. Por el E. y SE., desde Golbardo y Barcenaciones hasta el mar, en

Ubiarco, la formación aptense queda limitada por el borde de la cubeta sinclinal de Santillana en que aparecen las areniscas albenses y el cenomanense recubriendo la continuidad del aptense por debajo de dicha cubeta. Tectónicamente la formación constituye un macizo anticlinal cuyo eje se extiende de SE. a NO. entre Udías y Ubiarco, encajado entre dos cubetas sinclinales, la de Obreces-Toñanes por el N. y la de Santillana por el S., cuyo eje sinclinal parece prolongarse entre Cerrazo y Villapresente, por el curso del Saja, en dirección a Cabezón.

La composición estratigráfica del aptense es la misma que la citada en Reocín y demás criaderos descritos; pero en muchos sitios no aparece completa en la superficie, viéndose sólo los niveles superiores de las calizas gargasianas y de las dolomías. En el valle de Udías la serie es completa; examinando un corte de SO. a NE. (dirección general de las capas), por ejemplo, desde la base del Pico Pentas al Pico Servanda, se encuentra:

1.º Por encima de las areniscas y arcillas rojas del wealdense del monte de Toporias un banco calcáreo arenáceo con orbitolinas (*O. conoidea* y *discoidea*, *A. Gras*) (primer nivel) seguido de una serie de bancos arcillosos y de areniscas blancas y ferruginosas, terminando por otra capa arenácomargosa con orbitolinas (segundo nivel). En el fondo del valle de Udías, hacia Llano, en este nivel se intercalan unas capas margosas oscuras.

2.º Calizas blancas azuladas, duras, con pequeños rudistas (primera masa de calizas urgonianas).

3.º Margas arcillosas, grises amarillentas, con ostreas; margas calizas con orbitolinas (tercer nivel), y margas y calizas con *exogira latisima*; es el nivel de margas con ammonites de Reocín y constituye la parte superior del subtramo bedoulense.

4.º Calizas zoógenas (segunda masa urgoniana) con grandes rudistas (*Pseudotoucasia santanderensis*, *H. Dou-*

ville) en potente formación, cuyo espesor pasará de 250 metros, convertidas hacia el primer tercio de su altura en bancos de dolomías rojizas de espesor variable, pero que alcanza a veces más de 200 metros. En las calizas se encuentran a veces bancos de verdaderas lumaquelas (restos orgánicos triturados) y otras veces calizas de grano fino (calizas litográficas); el techo de las dolomías suele contener bancos muy cargados de restos orgánicos indeterminables o calizas con grandes toucasias. Este conjunto de calizas y dolomías cristalinas mineralizadas constituye el subtramo gargasiano o aptense superior. Por encima, en algunas de las alturas que limitan la formación (Pico Servanda y Pico de las Arenas), y en los límites N. y S. de las mismas sobre las calizas gargasianas, se encuentran las areniscas y arcillas lignitosas del tramo albense. En el corte indicado que sigue la dirección general de la línea de alturas entre Toporias y la cuenca del Saja, y es próximamente la dirección del eje del anticlinal que forman las capas aptenses, éstas se inclinan al principio unos 22º al NE. y después unos 18º en la misma dirección.

En un corte próximamente normal al anterior, es decir, en dirección S. y SE. a N. y NO., a través del valle de Udías, partiendo de la ladera N. del de Cabezón de la Sal, se encuentran también sobre las areniscas wealdenses los niveles 1.º, 2.º y 3.º del bedoulense, que constituyen el Pico Pentas y las praderías de Linares; encima, el nivel 4.º de calizas y dolomías gargasianas que forman La Rasa y bajan hacia Toporias y Udías, con un buzamiento de 10 a 12º al N., formando la ladera S. del valle del Udías; en la ladera N. del mismo valle se ven aparecer de nuevo los niveles 1.º, 2.º y 3.º del bedoulense, porque una serie de fallas de dirección SO. y NE., principalmente la llamada falla mayor o de Toporias, ha dislocado los estratos levantando los de la parte N. del valle, con relación a los de la parte del S., y poniendo en contacto las calizas y dolomías gargasianas con

las calizas, margas y areniscas del bedoulense y haciendo aparecer como dos fajas de dolomía distintas en la parte central de Udías, entre Toporias y Cubijón, cuando estratigráficamente sólo existe una. La ladera N. del valle de Udías por encima de Pumalverde, está coronada de nuevo por las calizas y dolomías gargasianas que forman la divisoria con el valle de Ruiloba y descienden con suave buzamiento hacia la costa hasta encontrar al N. de Ruiloba; entre Venta de la Vega y Tramalón, las capas aptenses de Comillas contra las que se apoyan en un contacto anormal, según exponemos en otro lugar. Un poco al NE. de Udías, sobre el valle cerrado de Pilurgo, la serie aptense está recubierta por las areniscas albenses que se extienden hasta Cobreces.

Siguiendo hacia el N. la carretera de Comillas se encuentra la misma sucesión de los tramos, desde las areniscas del wealdense del valle de Ruiloba, señalada hasta las alturas de Peña Castillo y demás próximas formadas por las calizas gargasianas que en dirección buzan hacia el NE. y E. En el valle de Ruiloba pueden verse también los niveles 2.º y 3.º del bedoulense, y el 4.º o gargasiano, con una faja de dolomías mineralizadas menos importante que en Udías.

Un corte más al NE. del valle de Udías, trazado del Madroño, desde las alturas de La Rasa (unos 300 metros de altitud) hasta las situadas al S. de la ensenada de Luaña y Cobreces, muestra ya más claramente la disposición anticlinal de la formación aptense; las calizas y dolomías del 4.º nivel tienen pequeña inclinación al N., a veces casi horizontales, y desde el centro de la región (pozo del Madroño) acentúan rápidamente su inclinación, buzando unos 25º por debajo de las areniscas albenses. A medida que se avanza hacia Novales, este buzamiento se acentúa, llegando en algunos sitios a tener las capas 60 y 80º de inclinación en la zona marcada por las grandes hoyadas o sopladros de

grandes dimensiones que señalan en la superficie la dirección de una gran falla (coincidente casi con el plano axial del pliegue anticlinal), por la que circulan las aguas del río subterráneo de Udías, que emergen luego en el valle de Novales. En esta parte, comprendida entre el pozo del Madroño y las alturas del O. de Novales (Peña Llamosa), las dolomías no afloran, o sólo lo hacen en el fondo de algunas de las hoyadas estando recubiertas por las calizas urgonianas del techo; así, en el pozo del Madroño se han cortado desde la superficie 85 metros en calizas, y el resto, 75 metros, en dolomías. Las dolomías vuelven a aparecer en la superficie desde unos 1.000 metros al E. de Peña Serdanda, ensanchándose rápidamente para ocupar casi todo el valle de Novales y seguir sin interrupción hasta la costa. En Novales, por tanto, sólo se ve el gargasiano con sus dolomías al descubierto en toda la parte central del pliegue anticlinal, aquí ya más acentuado y definido; las calizas del flanco S. buzan 25 a 30º al SE. (alto de Cildad, alto de la carretera de Novales a Golbardo), ocultándose bajo las areniscas albenses; las del flanco N. reducidas de espesor inclinan 40 a 45º (mina «San José») al NO., cubiertas luego por el albense (kilómetro 11.800 de la carretera a Cobreces), y después, por el cenomanense de la cubeta Cobreces-Toñanes. En los trabajos de la mina «Emilia», sitio de la Jerra, en la collada de la carretera de Novales a Oreña, entre los picos del Costal de Brincia y el Virdio, las dolomías forman el eje del anticlinal en estratificación casi horizontal, conservando por encima de ellas algunos restos de las calizas superiores enormemente erosionadas en estos sitios. La formación se ensancha después en el valle de Oreña; la erosión ha barrido, entre la iglesia de Oreña y los pueblos de Torriente y Arroyo, gran parte de las calizas superiores del gargasiano y de las dolomías, tanto que se descubre subiendo desde Arroyo hacia el Pico Robles y el Coronal el nivel superior del bedoulense con ostrea latísima, y sus

margas y areniscas margosas. Las dolomías aparecen en los dos flancos del anticlinal denudado por el N. hasta un poco al E. de Puerto Calderón, donde una falla de dirección NE. las ha separado de las calizas de Peña Robles; las del Sur hasta Ubiarco, donde toda la formación aptense queda cubierta por el cenomanense de la cubeta sinclinal de Santillana. En Puerto Calderón, al S. de ensenada, por virtud de la falla citada y de otras normales a ella, ha resbalado hacia el mar y desaparecido una cierta porción del aptense, dejando al descubierto un asomo de pizarras y margas yesosas del triás superior que aparece en contacto con el gargasiano; inmediatamente por encima de las margas triásicas en un banco de calizas margosas se encuentra un importante yacimiento fosilífero que nos ha dado las siguientes especies: orbitolina conoidea, A. Gras; corolarios; terebrátulas del grupo de la T. sella, Sowerby; Pliotoxaster Collegnot, Sismonda; Pliotoxaster Paquieri, Lambert; Cyprima inornata, D'Obr.; Arca cf. Gallieny, D'Orb.; Plicatula placúnea, Lamark; Pecten Raulinianus, Dorb.; Lima paralela, Sowerby; Neithea Morrissi; Pecten y Renevier; Periloma Lorieri, Coquand; Tylostoma Renaxiano; Harpagodes (Pteroceras) Beumanontianus, D'Orb.; Nerineas (moldes); Pseudoutoucasia Santanderensis, H. Douvillé; Polycónites Verneulli, Bayle; Ostrea Bousin gaulti, D'Orb.; Ostrea vesicularis, Lamark, sp., que corresponden a la base del gargasiano, tercer nivel de orbitolinas.

En resumen, toda la región aptense de Udías y Alfoz de Lloredo es tectónicamente una zona anticlinal de fuerte plegamiento con las roturas y fallas consiguientes, en la cual las manifestaciones metalíferas circunscritas a las dolomías se orientan con una dirección del eje del pliegue o según líneas de rotura paralelas al mismo.

Udías.—Las dolomías afloran desde el alto de La Rasa en gran extensión, formando un manchón de contorno irregular cruzado por varias fallas que han dado origen al

sistema de filones, si así pueden llamarse, que constituyen los criaderos que afectan en conjunto un contorno poligonal con orientación al principio de SE. a N.-NO. (minas «El Angel», «Paula» y «Teresa»), después de S. a N. (minas «Enriqueta» y «Hermosa»), y, por último, de SO. a NE. (minas «Hermosa», «Segundo Aumento a Ana» y «Llamosa»), en el que podemos considerar como yacimiento principal. En todos ellos dominan como especies mineralógicas explotadas los carbonatos de cinc acompañados excepcionalmente de los sulfuros de cinc y plomo. Las calaminas son distintas, según los criaderos de donde proceden; en los primarios (de primitiva formación), y siempre dentro de las dolomías, las calaminas son de la variedad llamada roja por el óxido de hierro que contienen y constituyen la casi totalidad del relleno; en los criaderos de origen secundario, formados a expensas de la disolución y arrastre de los minerales primarios, las calaminas son de color claro grises o blancas y se encuentran siempre rellenando huecos de dimensiones reducidas en las calizas del muro de las dolomías.

El que puede considerarse como criadero principal se extiende desde los zanjones del alto de La Rasa hasta el límite NE. de la mina «La Llamosa» en una longitud de 3.000 metros; está formado por una serie de fracturas o fallas y cavidades rellenas en gran parte por el mineral en columnas o zonas mineralizadas, cuya potencia es muy variable, de 0,30 metros a 16 metros, y cuya altura, según el plano de pendiente, varía también extensamente hasta 40 y más metros. El relleno parece producido claramente por substitución metasomática encontrándose entre la lamina roja núcleos variables de tamaño, de roca (dolomía) de composición normal, sin indicio de mineralización, constituyendo estos núcleos casi el 50 por 100 del relleno total. En las zonas altas próximas a la superficie el mineral del relleno se ramifica a veces en lisos o venas mineraliza-

das que siguen las juntas de estratificación como si las aguas mineralizadoras hubieran filtrado por ellas, teniendo hasta más de un metro de potencia. Paralelamente al criadero principal se encuentran a los lados del mismo otras dos masas de mineral de menor potencia que acusan una disposición idéntica. A partir de la mina «Segundo Aumento a Ana», hacia el NE. las labores se han comunicado con un gran soplado por cuyo fondo corre un río subterráneo y se ha observado la disminución en la importancia del relleno de calaminas del criadero, que parece ha sido disuelto y arrastrado en gran parte por las aguas.

Las calaminas de Udías tienen una ley media de 40 por 100 de cinc con 8 por 100 de hierro; las blendas tienen de 16 a 20 por 100 de cinc; las dolomías, análogas a las de Reocín, tienen un promedio de 16 por 100 de magnesia con 6 a 7 por 100 de hierro.

La potencia de las dolomías que encajan el criadero parece ser de 80 a 100 metros; por debajo de ellas, en el fondo del gran soplado de Udías, el río subterráneo corre sobre las calizas del muro. En este criadero los sulfuros de cinc y plomo sólo aparecen en pequeña proporción en el contacto de las calaminas con las dolomías, es decir, en los hastiales, pero no se descubren en profundidad; indudablemente, todo el criadero está por encima del nivel hidrostático, y aunque en un principio fuera constituido por los minerales sulfurados, todo él ha sido transformado en la zona de oxidación en carbonato, no siendo, por tanto, de esperar la aparición dentro de la zona actual de explotación de aquellos minerales.

Además de estas explotaciones principales de Udías a que nos hemos referido, existen otras muchas en diversas minas sobre bolsadas y filones en las dolomías, y, según hemos indicado, también se han explotado criaderos de calamina de formación secundaria en las calizas que forman el muro de las dolomías. La característica de estos

rellenos de cavidades preexistentes es la pureza del mineral de elevada ley, que contiene como ganga arcilla, hierro en chirta (colita) y sílice. Domina el carbonato de cinc hidratado sin magnesia y con poca cal; a veces se encuentra el silicato de cinc. Casi todos los criaderos de esta clase han sido ya explotados. Aun de los primeros la explotación parece haber iniciado su descenso, y de no descubrirse nuevas masas de calaminas en los trabajos de reconocimientos de la zona hacia Novales, lo que no parece probable, la explotación no durará mucho tiempo, pues no se calcula una reserva por explotar superior a 40.000 toneladas.

Novales.—La formación dolomítica vuelve a aflorar desde las alturas situadas al O. de dicho pueblo y aparece en la zona media del anticlinal con gran espesor, debido también a la mayor inclinación de los estratos. En los sondeos hechos por la Real Compañía Asturiana en las proximidades de la mina «San José» se llegó a perforar 295 metros de dolomía sin atravesar todo el espesor, lo que siendo la inclinación de las capas de 45 a 50 grados al NO. demuestra, desde luego, la potencia superior a 200 metros. Abundan en el terreno pequeños afloramientos y manifestaciones de calaminas y blendas sobre los que se han practicado pequeñas labores de investigación con mediano éxito; actualmente sólo se investiga en la mina «San José» en la proximidad del pueblo. En esta mina se han hecho dos pequeñas galerías; la mayor tiene unos 33 metros en dirección SO.-NE. con una transversal de 47 metros al nivel del valle, en la que se han cortado tres lisos de dolomía con blanda y plomo, cuya potencia varía de 0,20 a 0,50 metros, y se continúa para cortar otros lisos paralelos que se marcan en la superficie. El mineral es igual al de Udías, calamina roja en la parte alta próxima al crestón y sulfuros en las partes inferiores; el mineral parece continuar en profundidad; pero las labores no han dado aún datos sufi-

cientes para formar juicio sobre la importancia de las zonas mineralizadas. La dirección es constante y coincide con la del eje anticlinal de las capas y la inclinación es de 45 a 50 grados al NO. Se han extraído en los trabajos ejecutados de 600 a 700 toneladas de mineral, blendas principalmente, con una ley de 18 a 20 por 100 de cinc.

Entre el valle de Novales y el de Oreña se ha trabajado algún tiempo en otro criadero situado en la mina «Emilia», sitio de la Jerra, al pie del Pico el Viridio. Las labores, consistentes en zanjones a cielo abierto, comunicadas por una galería general, tienen la misma dirección de SO. a NE. y se han practicado sobre un filón o grieta de las dolomías rellena por minerales blendosos. El criadero arma en las dolomías que en algún punto aparecen recubiertas por las calizas zoógenas, acusando una estratificación casi horizontal correspondiente a la parte culminante del pliegue anticlinal que el terreno forma. El muro y el techo están constituidos por las dolomías, presentando en varias zonas de la explotación superficies lisas de resbalamiento, verdaderos espejos de falla. La inclinación del criadero es próxima a los 80 grados, con buzamiento al S., y su potencia media es de 12 a 15 metros; el relleno es dolomítico con fajas o zonas de metalización constituidas por impregnaciones de blenda con algo de galena que buzan según la inclinación media del plano de la fractura. En los hastiales y en la parte alta se ha encontrado calamina. Las labores, que tienen en dirección un desarrollo de 250 a 300 metros, no han tenido en profundidad gran desarrollo, indicando que la mineralización tiende a desaparecer rápidamente; sin embargo, sería interesante un reconocimiento en profundidad.

Oreña.—Siguiendo la misma dirección al NO. del criadero de la mina «San José» se han efectuado en varias de las concesiones demarcadas en Oreña, principalmente en la ladera del S., bastantes investigaciones y calicatas sobre

afloramientos de mineral que corresponden indudablemente al anteriormente citado. Son todas pequeñas labores sin importancia industrial, de las que se ha obtenido escaso número de toneladas, pero que indican la continuidad geológica de la zona mineralizadora. Debemos citar, por ejemplo, las exploraciones hechas por la Sociedad José MacLennan en el costal de Brincia y las que se efectúan ahora en la mina «Primavera», próxima al pueblo de Arroyo. En ésta se sigue una galería en dolomía para cortar por transversal los lisos de blenda que corresponden a afloramientos bastante mineralizados que no presentan mal aspecto y cuyos caracteres generales de dirección, inclinación, potencia y relleno son los mismos que en la mina «San José».

Las manifestaciones metalíferas terminan en Puerto Calderón en las dolomías del flanco N. del anticlinal Udías-Novales-Ubiarco. Sobre la misma costa, y a pocos metros sobre el nivel del mar, se ha trabajado en la mina «Cuarta», perteneciente a la Amistad Minera, un criadero que arma, como todos, en las dolomías que están aquí separadas por una falla de las calizas aptenses. El criadero que presentaba algún afloramiento en la superficie ocupa en los niveles trabajados una grieta o cavidad alineada en dirección NE., casi vertical, con algo de buzamiento al N.; en el nivel superior se han extraído calaminas y blendas; en el nivel inferior, que está ya a unos dos metros bajo el nivel del mar, blendas principalmente, con una ley de 24 por 100 de cinc. Las labores sobre el mineral tienen de 45 a 50 metros de longitud, con una anchura de 5 a 10 metros, quedando mineral en profundidad. En último período de explotación, hacia 1919, se han extraído de este criadero unas 500 toneladas de mineral; próximo a él, en la llamada mies de Torriente, se hicieron también hace ya años trabajos sobre algunos afloramientos de mineral en las dolomías, pero sin resultado práctico. Lo mismo puede decirse de los hechos en Ruiloba en la extremidad N. de la formación aptense de

Udías, donde se encuentra también un extenso afloramiento de dolomías con manifiestas señales de mineralización, pero que hasta ahora, bien por la insuficiencia de los reconocimientos, bien por la pobreza del criadero, no han puesto de manifiesto ningún yacimiento de importancia.

Descripción de las labores e instalaciones.

Explotación.—El coto minero de Udías se compone de un grupo de minas, unas en explotación, otras en preparación y muchas inactivas, que pertenecen la mayor parte a la Real Compañía Asturiana, que las explota para sus fábricas.

El mineral que se explota es la calamina, aunque también se extraen algunas cantidades de blenda y galena.

La explotación dominante es la subterránea. El sistema de explotación se adapta a la forma irregular en que se presenta el mineral y por esto no se sigue un método determinado. En cada tajo se sigue el procedimiento más adecuado, guardando las normas siguientes: Que no queden en la parte superior de las zonas explotadas materiales que con el tiempo puedan desprenderse, obstruyendo las labores, dando al mismo tiempo a estas zonas formas abovedadas; procurar comunicar las labores entre sí para facilitar la ventilación natural, aprovechando las grietas o sopladros que abundan en estas minas y que salen en algunos sitios a la superficie. El desagüe se hace también aprovechando estos sopladros, de los cuales el más importante es el llamado soplado de Udías, que forma un río subterráneo que sale a la superficie cerca de Novales; este río sigue aproximadamente la dirección del filón y va entre las dolomías y la caliza, dejando aquéllas a la derecha y la caliza a la izquierda y al fondo. Sobre esta dirección se han hecho varios sondeos, uno de ellos de 185 metros, llegando al piso del soplado; estos sondeos van jalando en la superficie la

dirección del criadero, y, cortando al soplado, permiten multiplicar los puntos de ataque; están situados en «La Llamosa» y «Segundo Aumento a Ana», y hay también otros sondeos y pozos interiores que comunican entre sí las labores.

Los minerales brutos procedentes de estas minas se dividen en dos partes: tierras y gruesos. Las primeras son las que tienen un tamaño hasta de cinco centímetros y las segundas mayor de cinco centímetros. Las tierras en bruto tienen una ley aproximada de 21 por 100 de cinc. que, por el lavado, se eleva a 31 ó 34 por 100 en la mezcla de las distintas clases que se producen en el lavadero. Después de la calcinación estas tierras alcanzan un 45 por 100. Los gruesos tienen un 37 a 38 por 100 y después de calcinados dan de 48 a 49 por 100.

La galena de estas minas tiene una ley media de 65 por 100.

La cantidad que se explota es muy variable en estos últimos años; el año pasado se arrancaron 7.400 toneladas de calamina y 485 toneladas de galena. En el año 1920, tomado como tipo del último quinquenio, se produjeron 5.000 toneladas de grueso y se lavaron 10.000 toneladas de tierras.

Las labores principales están concentradas en las minas «La Llamosa» y «Segundo Aumento a Ana» en el límite con «La Hermosa» y también en ésta. En las tres hay trabajos de investigación al mismo tiempo que se explota y pueden agruparse los trabajos como sigue:

Mina «La Llamosa»	{ Investigación.	{ Labores del pozo número 1.
	{ Preparación..	{ Labores del pozo número 6.
		{ Labores de la chimenea.
«Segundo Aumento a Ana»...	{ Investigación.	{ Labor de la sonda.
	{ Preparación..	{ Labor de las tinas.
		{ Labores altas del motor,
	{ Arranque....	{ Recorte a la fábrica.
		{ Explotación del motor.
		{ Explotación por encima del motor.
		{ Explotación de las pilastras.
		{ Explotación de la zona del Oeste.

El pozo del Madroño en «La Llamosa», con castillete de hormigón armado y torno de extracción con un motor de 50 HP, está emplazado en una explanada a la que se llega por un ferrocarril muy bien construido, que tiene tres kilómetros desde la plaza del lavadero y atraviesa dos túneles. El pozo tiene 160 metros, de los cuales los 85 primeros están en caliza, siguen después 10 metros de caliza-dolomítica y luego 65 de dolomía que continúa.

Los minerales se llevan desde las distintas labores de las minas a los talleres de preparación como luego detallaremos.

Preparación mecánica.—La preparación mecánica se reduce a un estrío y monda en un taller donde se reciben los minerales procedentes de las minas; se apartan los escombros, se escoge y prepara el grueso de determinada ley y se clasifican las tierras para el lavado. En este taller trabajan solamente muchachas y chicos pequeños.

La marcha esquemática del tratamiento de los minerales en los lavaderos es la siguiente: Las tierras apartadas en el taller de moda se basculan sobre una parrilla formada por barras cruzadas normalmente. Lo que pasa por la parrilla va a un trómmel desenlodador que da dos clases: la primera contiene los granos de hasta un centímetro y la segunda de uno a cinco centímetros. A cada lado del trómmel hay un planchister que recibe el mineral correspondiente a la clasificación de sus telas. Las chapas de uno de ellos están perforadas a 1-2-3-5 y 7 milímetros; las del otro son de 10-15 y 25 milímetros. De los planchister pasa el mineral a las cribas correspondientes a su tamaño y de ellas sale clasificado por densidad.

Hay dos lavaderos de este tipo que funcionan del mismo modo y varían solamente en el número de telas del planchister.

Los lodos son tratados en una mesa redonda y en otra Buss.

Para estos talleres hay un motor eléctrico de 48 HP y un motor de 15 HP que acciona una bomba centrífuga destinada a la elevación de agua del arroyo del Cobijón para el lavado de los minerales y otros servicios.

Para la calcinación de los minerales gruesos hay tres hornos de cuba que producen diariamente ocho toneladas cada uno. Los minerales menudos se tratan en hornos de reverbero, de los cuales hay otros tres que producen unas cinco toneladas con un consumo de 860 kilogramos cada uno.

Transportes.—Desde las labores subterráneas se sacan los minerales al exterior por medio de pozos, galerías y planos inclinados y desde bocamina se conduce al taller de moda en vagones basculadores de un tercio de metro cúbico de capacidad, sobre vías de 0,55 metros, con una pendiente media de uno y medio por ciento, por medio de locomotoras. De éstas hay tres: dos de ellas de vapor de 12 HP y una de benzol de 16 HP. Desde los almacenes se transporta a Hontoria, estación del ferrocarril Cantábrico, por medio de un cable aéreo sistema Pohlig que tiene 3.410 metros de longitud y un desnivel entre las dos estaciones de 61 metros. Hay 40 caballetes de madera y hormigón armado de alturas variables entre 5 y 15 metros; los vanos más importantes son tres: uno de 486 metros, otro de 700 metros y otro de 350 metros; el cable carril es de 21 milímetros en la rama cargada y 18 milímetros en la vacía; el cable tractor tiene 11 milímetros; se mueve el cable por medio de un motor eléctrico de 10 HP.

La capacidad de transporte es de 60 toneladas diarias. El precio de transporte por este cable es de 1,25 toneladas. Y el precio total de arrastre son unas cinco pesetas.

Actualmente trabajan en estas minas unos 300 obreros. La cantidad de dinamita gastada el último año ha sido 4.000 kilogramos.

Aprovechando las circunstancias actuales del precio de

los minerales de cinc, se está dando gran impulso a los trabajos en estas minas, para lo cual se instala un compresor de aire, en la mina «Segundo Aumento a Ana», sistema Ingersoll, de 13.000 litros por minuto, a una presión de siete kilogramos, acoplado a un motor eléctrico de 75 HP. En la mina «Hermosa» hay otro compresor instalado en una gran excavación, a la que se baja por una rampa y escalones tallados en la roca; el motor de este compresor es de 50 HP.

Instalaciones en la mina San «Bartolomé».—La mina «San Bartolomé», del grupo de Udías, situada junto a la carretera de Udías a Comillas, está ya próxima a su agotamiento. Los trabajos actuales se reducen a extraer las tierras calaminíferas de los huecos formados por las dolomías en que encajan. Estas tierras se tratan en un pequeño lavadero movido por una máquina de vapor de 40 HP que produce diariamente dos y media toneladas de mineral lavado, el cual se lleva en carros a la mina de Venta de la Vega (Comillas), donde se calcina.

La mina «Pepita», próxima al lavadero de San Bartolomé, está todavía en trabajos de preparación y se extraen también tierras calaminíferas.

En las minas «Teresa», «Paula», «El Angel» y otras, las labores están actualmente paralizadas, lo mismo que en La Rasa y Pilurgo.

Mina «Primavera».—Está situada en el barrio de Arroyo, del Ayuntamiento de Santillana; su propietario es don Cesáreo Ortiz. Se encuentra emplazada al pie de una carretera de tercer orden que une Arroyo con la carretera general de Santillana a Comillas.

El mineral es calamina y blenda y algo de galena. Hace algún tiempo se extrajo mineral de esa mina, en su mayor parte tierras calaminíferas contenidas en los rellenos de las dolomías. Actualmente está en período de investigación y preparación; solamente trabajan cinco obreros. Se

están dejando al descubierto labores antiguas en que aparece la blenda con ganga dolomítica. En la parte inferior de la concesión se está abriendo una galería que, partiendo de otra antigua, va a cortar normalmente los filones de blenda que sigue una dirección aproximada de E. a O. Hay también un socavón en que aparece la blenda.

Mina «San José», Novales.—Está situada en jurisdicción de Novales a 300 metros de la carretera de Novales a Oreña, de la que está separada por el riachuelo que sale del soplado de Udías.

El mineral es una mezcla de calamina, blenda y galena difícil de estriar. La explotación es a cielo abierto y subterráneo; la primera se limita a la rebusca de mineral de las tierras calaminíferas entre los cretones de dolomía. La explotación subterránea consiste en una galería, practicada según la dirección de los filones, de 33 metros de longitud que se continúa en dirección normal, otros 47 metros cortando en este segundo tramo, tres pequeños filones de blenda; hay también dos pozos, uno de 16 metros y otro de 14 metros, por los cuales se hace la extracción del mineral, y sirve además unos de ellos para el desagüe, que se hace por medio de cubos que se elevan a torno. Por la galería inferior, casi al nivel del valle, salen los escombros. Siguiendo la formación de dolomía, en dirección a Udías, se han hecho dos sondeos que han señalado la presencia de blenda.

La preparación mecánica se reduce a un escogido a mano que es necesariamente defectuoso por la complejidad del mineral, que viene muy mezclado.

Se han arrancado unas 700 toneladas que están preparadas en bocamina para su transporte al lavadero y talleres de beneficio que no hay en esta mina.

Trabajan en la actualidad 15 obreros.

El transporte por ahora, a no ser que nuevas labores dejen al descubierto mayores cantidades de mineral, se

reducirá a sacarlo a la carretera por un camino que desde la mina va al pueblo de Novales, unos 500 metros. Desde esta carretera se podrá llevar en autocamiones a Reocín si han de lavarse o calcinarse allí, o la estación de Puente San Miguel, del ferrocarril Cantábrico.

CRIADERO DE VENTA DE LA VEGA COMILLAS

Geología y génesis del criadero.—Este grupo de minas está situado en el sitio llamado Venta de la Vega, Ayuntamiento de Ruiloba, a un kilómetro de Comillas. La Real Compañía Asturiana ha explotado en él calaminas y hoy obtiene este mineral y blendas con algo de plomo. El criadero está situado sobre un afloramiento de dolomías, que, en la proximidad de la costa, se extiende entre Comillas y Ruiloba sobre una rama del aptense de Comillas, que viene a limitar por el N. el macizo calizo dolomítico de Udías. Las labores están concentradas en las concesiones «San Félix» y «Santa Lucita».

Geológicamente, el terreno pertenece a la formación cretácea tramo aptense, y dentro de éste al subtramo superior o gargasiano, constituido por las calizas con rudistos y las dolomías mineralizadas; la sucesión estratigráfica, tomando un corte de N. a S. por las zonas de explotación, es la siguiente:

- 1.º Calizas blancas y duras que forman el acantilado de la costa, con restos y secciones de rudistos y un banco de orbitolinas en la proximidad de la carretera de Comillas a Torrelavega.
- 2.º Dolomías cristalinas que contienen el criadero.
- 3.º Calizas zoógenas con orbitolinas y pseudotoucasias.

Este conjunto forma el aptense superior, faltando la zona del aptense inferior; por encima, hacia el S., se encuentra una serie de areniscas micáceas y ferruginosas que pertenecen al tramo albense, con un espesor pequeño, unos 100 metros, encontrándose en seguida en contacto con ellas las margas oscuras y arcillas rojas y areniscas del wealdense. Toda la serie de capas presenta una dirección de casi O. a E., con buzamiento de 50 grados al S. Esta inclinación de los estratos calizos contrasta con el que tienen por el S. de esta formación las capas del wealdense y del aptense de Udías, que vienen inclinando al E. y al NE., y con la que presentan las capas del tramo albense bien desarrollado en las puntas de Miradorio, puerto de Comillas y Los Remedios, por la parte del N., o sea en la costa. Varias fallas, algunas de ellas bien visibles en el terreno, explican esta inversión de buzamiento; un pliegue anticlinal derivado del que, en dirección SE.-NE., cruza por el promontorio del Seminario de Comillas, se dirige por la playa de Comillas, la punta de la Protilla y Venta de la Vega hacia Casasola, en dirección al E.; el cual pliegue se ve resuelto en falla, que se ve bien marcada en Venta de la Vega y la base de la punta Miradorio; otra segunda falla ha roto el flanco Norte del pliegue, haciendo que las calizas aptenses de la punta Miradorio tengan inclinación al S., y el conjunto del pliegue roto y dividido por las fallas ha sido arrastrado hacia el S., recubriendo al wealdense hasta encontrarse con las capas aptenses del macizo de Udías y Ruiloba, marcándose en el terreno una línea de contacto anormal o de arrastre, pues se observa en todo el valle de Ruiloba, desde la aldea de Concha hasta cerca de Tramalón. Así, el anticlinal figurado Comillas Casasola-Sierra limitará por el S. una cubeta sinclinal que se inicia en la playa de Comillas en dirección al NE., sumergida totalmente en el mar, y la separaría de la cubeta sinclinal Cobreces-Toñanes, cuyo eje se inicia al SE. de Ruiloba.

Esta disposición de terrenos, según puede verse en los cortes que acompañan, hace comprender que la región del criadero es una zona muy dislocada y cruzada, por tanto, de numerosas roturas que dentro de las mismas labores de las minas se aprecian en los muchos lisos y planos de falla que aparecen en los huecos y bolsadas en que se encuentra el mineral y que generalmente ofrecen una inclinación hacia el N., cruzando casi normalmente los planos de estratificación.

El criadero se encuentra en la parte central de la faja de dolomías que se desarrolla en las calizas gargasianas; dicha faja se extiende en una longitud de unos dos kilómetros, desde Comillas hasta cerca de Tiendres, con dirección, primero, de E. 30° S. y, después, de E. 20° S., y con una anchura media de 120 metros, que llega al máximo de 140 metros en Venta de la Vega. El techo y el muro del criadero lo constituyen, por consiguiente, las calizas, presentando en conjunto una anchura máxima de 500 a 700 metros, pero su verdadera potencia no es fácil de determinar y debe pasar de 300 metros.

Dentro de la corrida de dolomías, las labores se han practicado en las minas «San Félix», «Santa Lucita», «Santa María» y «Los Remedios», principalmente las dos primeras, constituyendo una serie de zanjones alineados en la dirección media, que ocupan una extensión total de unos 1.200 metros. En el más importante de todos, que tiene 230 metros de longitud, con 40 a 50 metros de anchura, la explotación se ha continuado en profundidad por pozos y galerías, habiéndose llegado actualmente a 15 metros bajo el nivel del mar; es decir, una profundidad de 47 a 50 metros desde la superficie.

La explotación durante varios años ha estado reducida a las calaminas; pero ahora, principalmente, se extraen blendas. Las primeras aparecen concentradas en la zona N. del criadero, separadas de la zona metalizada en sulfuros

que ocupa la parte S. de las dolomías, y se encuentran en bolsadas y huecos irregulares donde la roca está más triturada y trastornada; en la parte más alta del criadero, los sulfuros de cinc y plomo sólo se han encontrado en el contacto de la calamina con la roca, pero en el nivel inferior de la explotación a cielo abierto, o sea el Pico del Zanjón, los sulfuros aparecen como una columna metalizada de bastante potencia, 13 a 14 metros, inclinada al S.; en esta columna el mineral está impregnado irregularmente a la dolomía que forma la ganga con venas de espato calizo; se ha reconocido en dirección en unos 100 metros y en profundidad hasta ahora en unos 10 metros, disminuyendo su longitud y acusando una tendencia a terminar en cuña. En las otras labores ejecutadas en dirección al E. sólo se han extraído calaminas, y, no habiéndose hecho reconocimientos en profundidad, nada puede afirmarse sobre la corrida total que pueda tener la zona de sulfuros, aunque es probable que exista por debajo del nivel hidrostático.

Las calaminas explotadas, que representan aquí la zona superficial del yacimiento o zona de oxidación, tienen una ley en crudo de 42 por 100 de cinc; las blendas tienen de 20 a 24 por 100, cuya ley disminuye algo en profundidad. La dolomía contiene próximamente 20 por 100 de magnesia, encontrándose lechos de caliza dolomítica que forman un tránsito a las calizas, siendo la dolomitización algo irregular.

El criadero, en la parte hasta ahora más reconocida y trabajada, presenta, por tanto, los caracteres típicos de todos los de esta región: mayor desarrollo en longitud; minerales oxidados en la parte alta o zona de oxidación por encima del nivel hidrostático, relleno además los huecos de la roca encajante por arrastre de las aguas meteóricas, zona de minerales sulfurados, cinc y plomo y algo de pirita de hierro en la zona no alterada, impregnando a la roca según direcciones que coinciden con las de las principa-

les fracturas. Debe clasificarse, por tanto, como un yacimiento de masas de minerales epigenéticos, es decir, producido por la substitución metasomática de la caliza de roca encajante por minerales sulfurados por vía hidrotermal; es evidente que existen al lado de este yacimiento principal cavidades rellenas con posterioridad por minerales procedentes de aquél y alterados por la acción oxidante de las aguas de la superficie, es decir, un yacimiento secundario; pero realmente es difícil distinguir y señalar en este caso concreto qué partes o zonas del criadero pertenecen distintamente a este segundo caso

Como realmente no se han hecho reconocimientos serios sobre las prolongaciones del criadero al E. y al O. de la principal labor de estas minas, nada puede asegurarse sobre su extensión exacta ni tampoco sobre la profundidad total a que llegue la metalización, aunque parezca lógico creer que no ha de limitarse el criadero a las pequeñas dimensiones que hoy ofrece. Por consiguiente, sería también aventurado señalar una cifra de cubicación del mineral que pueda contener y nos limitamos a consignar la del mineral que se puede decir reconocido por las labores actuales dentro de la zona en que la explotación está hoy circunscrita; en ella puede calcularse una reserva de unas 35 a 40.000 toneladas de minerales, principalmente de blendas, pues las calaminas tocan ya a su término.

Descripción de las labores e instalaciones.

Explotación —Las labores de explotación están constituidas por una serie de zanjones orientales NO. SE., de los cuales el mayor tiene una longitud de 230 metros; en él están actualmente concentradas las labores principales.

La base de la explotación de este criadero es la blenda, y en la parte N., donde la dolomía en que encaja se presenta más fisurada, se encuentran calaminas, debidas a la

acción oxidante de las aguas meteóricas sobre los sulfuros. Estas calaminas son muy ricas, pues tienen en crudo una ley de 42 por 100. Los minerales de blenda presentan en el nivel del piso del zanjón una ley del 22 al 24 por 100 de cinc, que va disminuyendo en profundidad.

El sistema de explotación es a roca abierta para los minerales situados por encima del piso del zanjón, y para los niveles inferiores, la explotación es subterránea. Las labores más profundas actualmente están a 15 metros bajo el nivel del mar.

Todos los productos de la mina correspondientes a los dos sistemas de explotación se llevan al nivel de los lavaderos, por medio de un pozo de 45 metros, por un ascensor con dos jaulas movido por un motor trifásico de 30 HP.

Para el desagüe de la mina hay dos bombas escalonadas de 10 y 5 HP; pero esta instalación se va a substituir por una bomba única, sistema Camerón, con motor de 16 HP.

Para la perforación mecánica hay un compresor Ingersoll, horizontal con depósito vertical, para accionar tres martillos; un motor eléctrico de 30 HP sirve a este compresor.

Las blendas extraídas pasan directamente de la mina al taller de preparación mecánica, actualmente en construcción, y las calaminas, que, como queda dicho, son de una ley excepcional, van directamente, tanto la calamina en roca como las tierras, a la plaza de los hornos de calcinación, sin sufrir más que un insignificante estrío algunas veces.

Preparación mecánica.—Por el adjunto croquis puede darse una idea perfecta de la marcha del género en la misma y de lo que ha de ser el taller de preparación que hoy se está montando aprovechando el espacio y muros del taller antiguo; teniendo que resolver por esto dificultades, que se han vencido gracias al estudio y trabajo del Director de este grupo.

Para los tamaños superiores a 40 mallas y menos de dos milímetros hay una mesa Butchart, y para los inferiores a 40 mallas, sistema de flotación.

Respecto al líquido flotador que se ha de emplear, todavía nada se puede decir, por no haberse hecho aún las pruebas, aunque probablemente será a base de creosota, aceite de pino y sulfato de cobre. El agua de mar que se empleaba en el taller antiguo ha sido desechada porque deterioraba todas las partes metálicas y por desconocerse su efecto en la flotación; por esta razón se está terminando en la actualidad una conducción de agua para su empleo en el lavadero.

Se calcula que en esta instalación se tratarán unas 15.000 toneladas anuales, o sea 50 toneladas diarias, para producir 5.000 a 5.500 toneladas de blenda de una ley del 50 por 100 término medio. Para el funcionamiento del lavadero hay dos motores de 50 y 40 HP, destinado este último exclusivamente para mover la máquina de flotación y las dos mesas que lleva para su servicio, una Buss y otra de sacudimiento rápido. Para alimentar de agua a la instalación hay una bomba centrífuga Camerón acoplada directamente a un motor eléctrico de 16 HP.

Los minerales que han de tratarse en este taller son, además de las blendas de este grupo, las de la mina de «San José», de Novales, y las de algunas del grupo de Udías.

Calcinación.—Para la calcinación de las calaminas hay tres hornos: uno de cuba para los minerales gruesos y dos de reverbero para las tierras calaminíferas. Actualmente sólo está en marcha uno de los hornos de reverbero. Los minerales que se calcinan aquí son, además de las calaminas de este grupo, los carbonatos de la «Pepita», que pertenece al grupo de Udías, y los silicatos de la mina «San Bartolomé», del mismo grupo, donde tiene la Compañía un pequeño lavadero que produce unas 75 toneladas mensuales de mineral lavado.

En el horno de cuba se tratan aproximadamente doce toneladas de calamina cruda con 500 kilogramos de carbón por día, y se obtienen nueve toneladas calcinadas; en los hornos de reverbero se cargan cinco toneladas crudas con 750 kilogramos de carbón menudo para obtener unas cuatro toneladas calcinadas.

El transporte de los minerales de las minas de Udías a la plaza de estos hornos se hace en carros, por la carretera general de Udías a Comillas.

Como instalaciones complementarias, hay en la mina un taller de reparaciones que consta de dos fraguas, un torno para piezas de hasta cuatro metros, un cepillo y taladro, movido todo ello por un motor de 5 HP; hay también un laboratorio donde se hacen los ensayos de los minerales de los lavaderos de Udías, La Florida y Comillas; por término medio se hacen en este laboratorio unos 4.000 ensayos anuales, siendo en su mayor parte de plomo, cinc, cal, magnesia y de los carbones que se reciben.

En el último año se han explotado en este grupo 215 toneladas de calamina, 52 de blenda y 31 de galena con unos 40 obreros, empleando para ello 900 kilogramos de dinamita. La explotación no ha sido mayor por estar dedicados los trabajos a labores de reconocimiento en tanto que se prepara el taller de flotación.

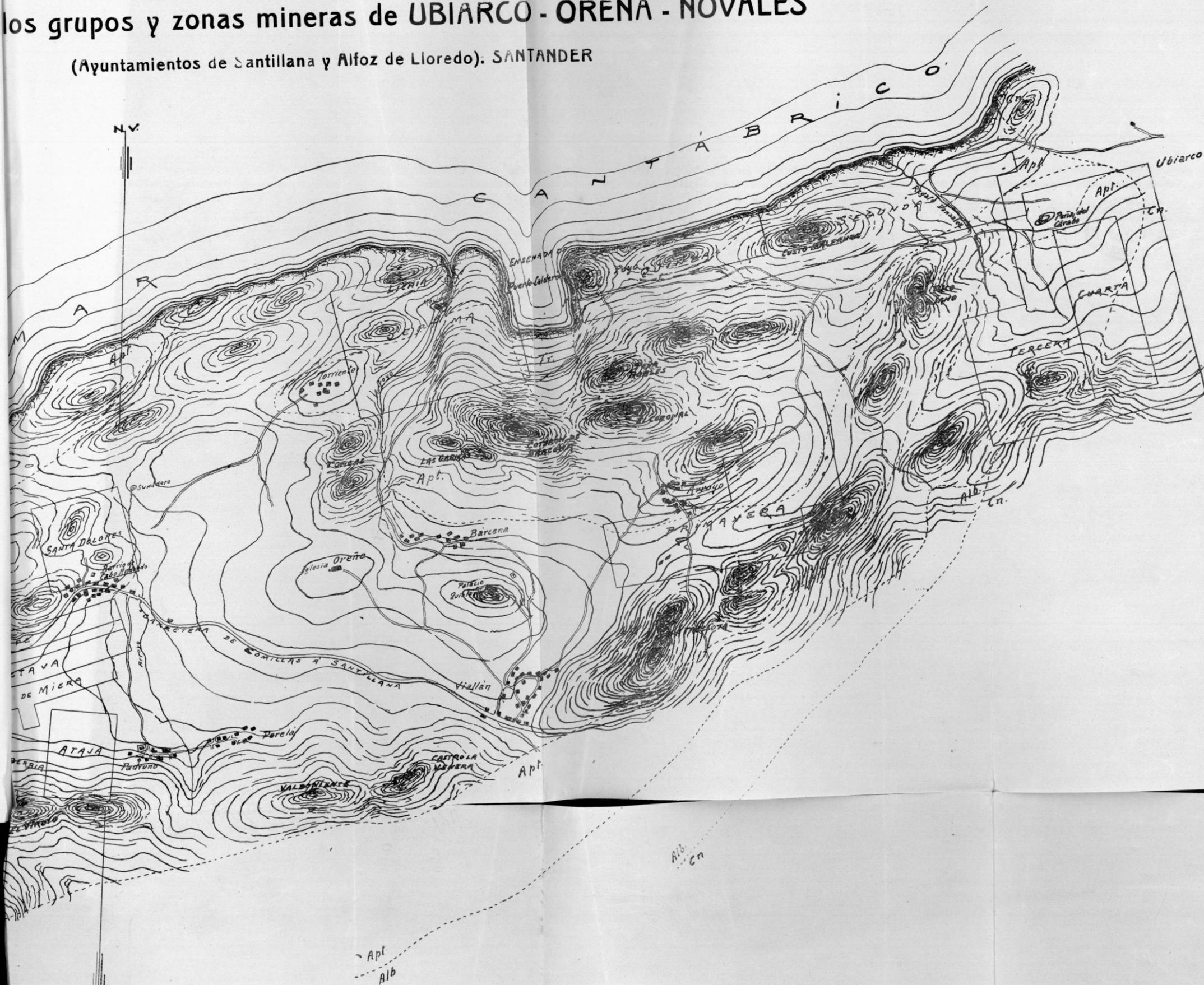
En el puerto de Comillas hay dos almacenes: uno para calamina y otro para blenda, a los cuales se transportan los minerales desde la mina en carros por la carretera general, con un precio de arrastre de 1,75 pesetas tonelada. En este puerto se embarcan los minerales en barcos de vapor de 100 a 200 toneladas de carga (no permitiendo su calado emplearlos de mayor tonelaje) para la fábrica que posee la Compañía en Arnao (Asturias).

* * *

En la obtención de muchos de los datos contenidos en esta Memoria nos han ayudado eficazmente los Directores y personal a sus órdenes de las Compañías explotadoras de las minas que han sido objeto de este estudio, singularmente los Ingenieros Sres. Bárcena, Díaz, Bretones, Falcó, Ibarrola y Botín, así como el Ingeniero Director de la Real Compañía Asturiana D. José María Cabañas, a todos los cuales quedamos altamente reconocidos.

los grupos y zonas mineras de UBIARCO - OREÑA - NOVALES

(Ayuntamientos de Santillana y Alfz de Lloredo). SANTANDER



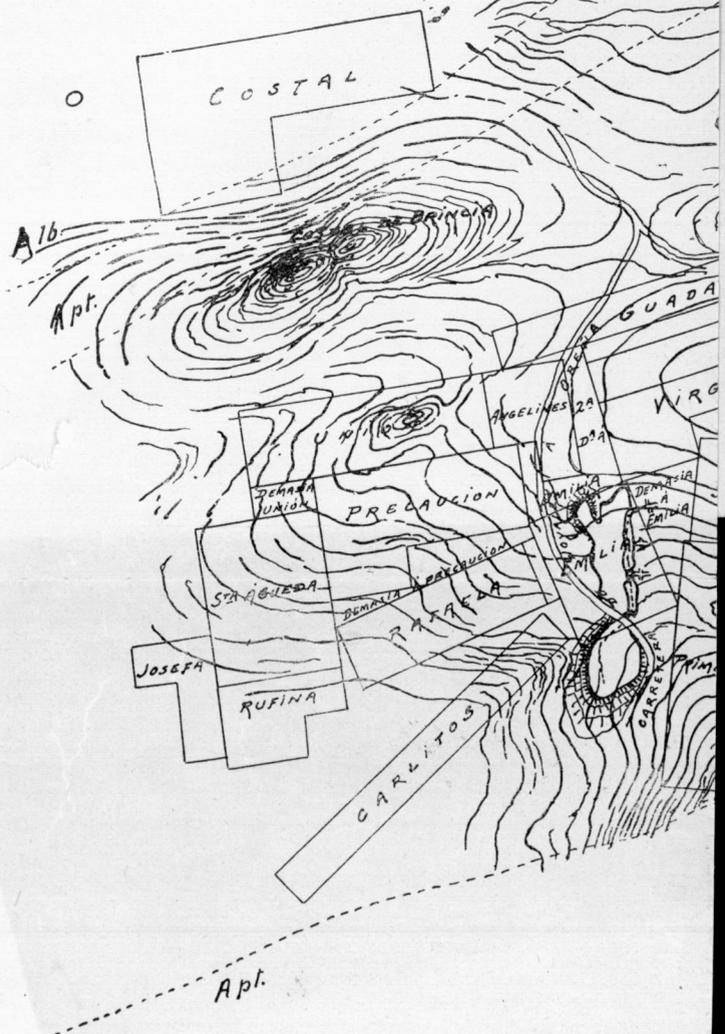
OREÑA - N

TANDER

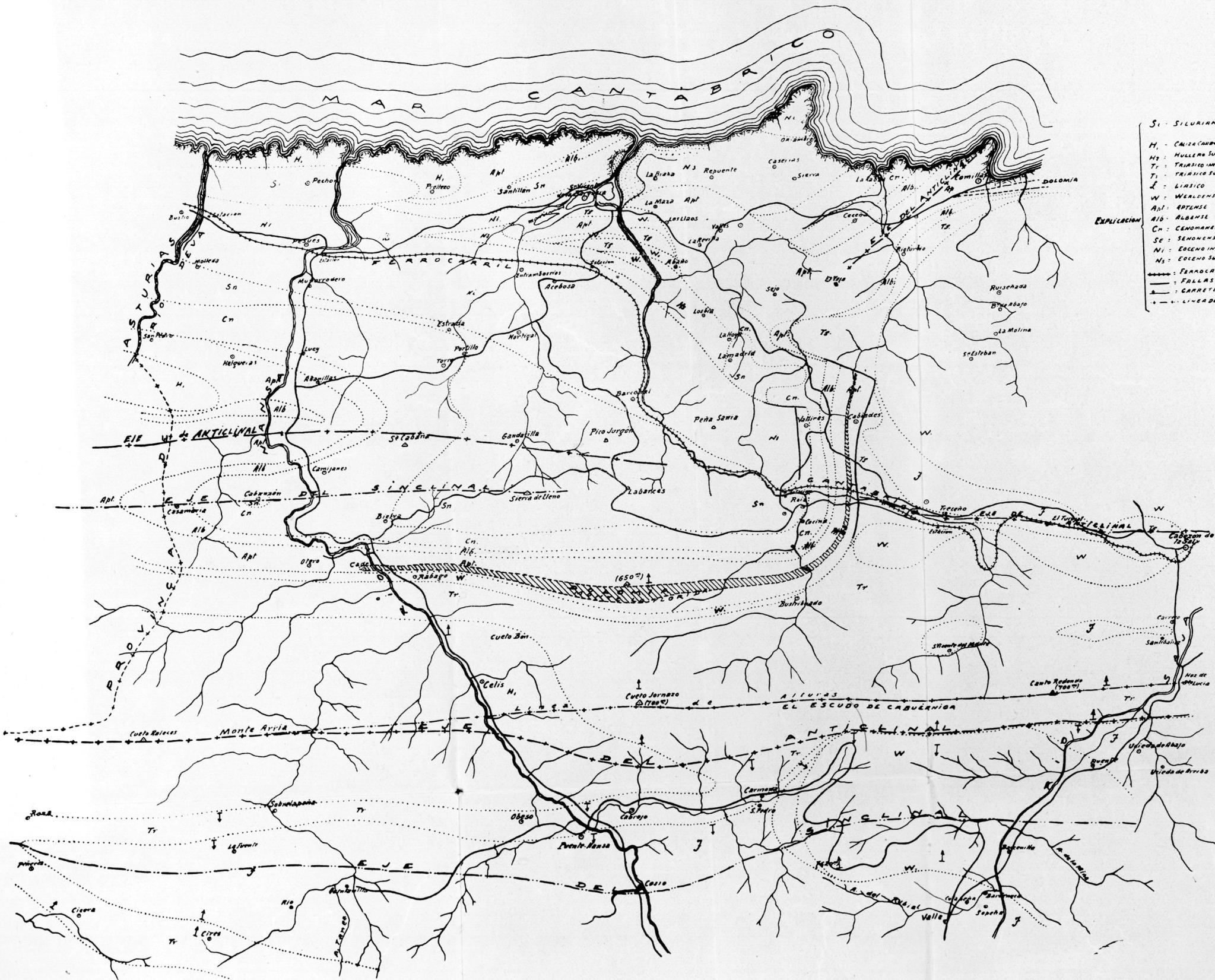


ALDALIGA

PLANO d

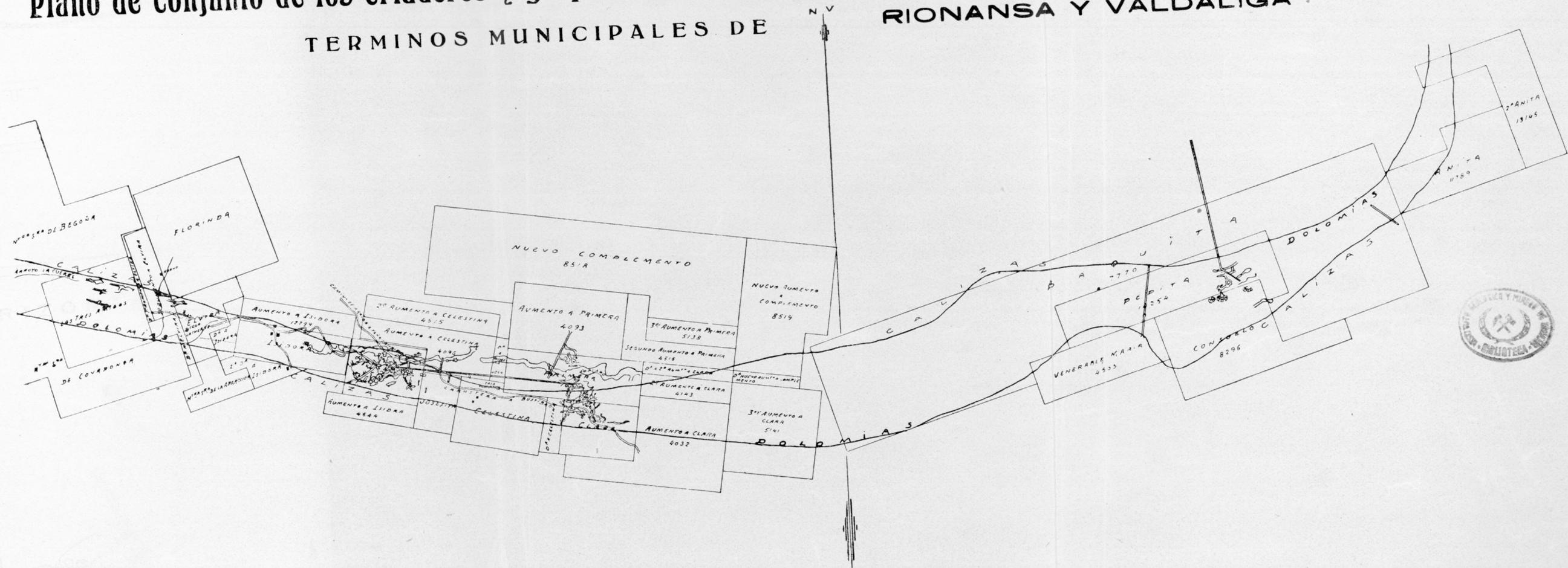


Croquis geológico general. Zona de VALDALIGA



- EXPLICACION**
- S: SILURIANO
 - H: CARBONIFERA / DINANTENSE
 - H2: MULLERA SUPERIOR
 - Tr: TRIASICO SUPERIOR (PERMOTRIASICO)
 - Tr: TRIASICO SUPERIOR (KEMER)
 - W: WERDENSE
 - Apt: APTENSE
 - Alb: ALBENSE
 - Cn: CENOMANENSE Y TURONENSE
 - Se: SENONENSE
 - Ni: EOCENO INFERIOR
 - Ns: EOCENO SUPERIOR Y OLIGOCENO
 - : FERROVIARIAS
 - : FALLAS
 - : CARRETERAS
 - : LINEA DE ALTURAS

Plano de conjunto de los criaderos y grupos mineros de cinc, nombrados LA GUERRE, LA FLORIDA y CUEVANOS TERMINOS MUNICIPALES DE RIONANSA Y VALDALIGA

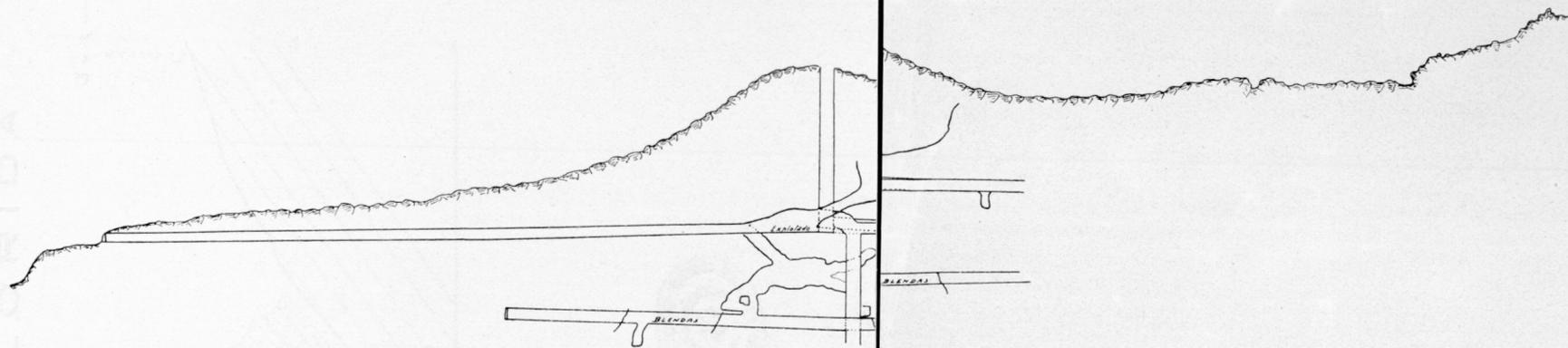


Plano de labores de las

minas de LA GUERRE

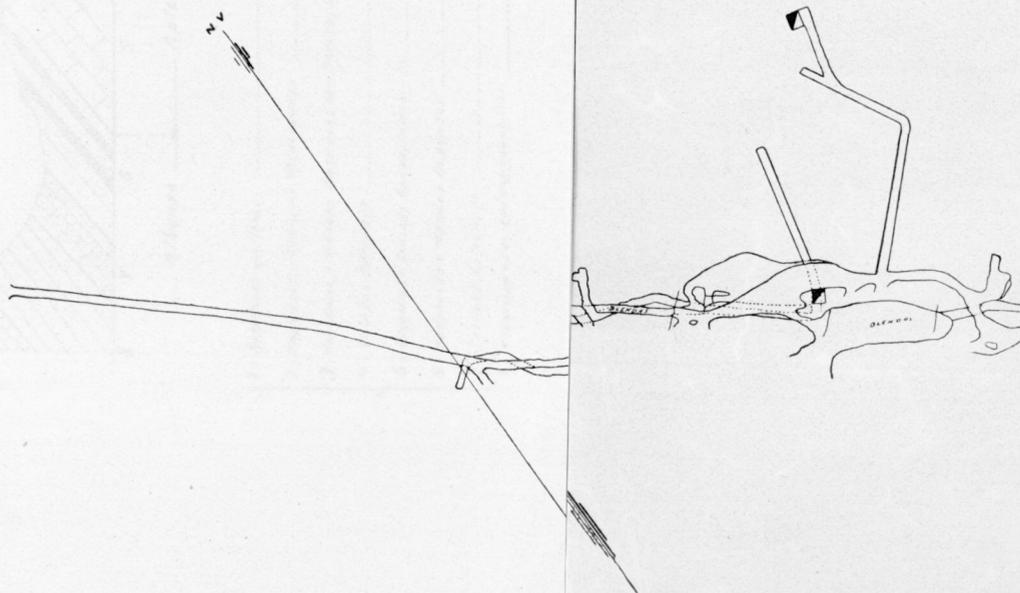
PROYECCION

VERTICAL

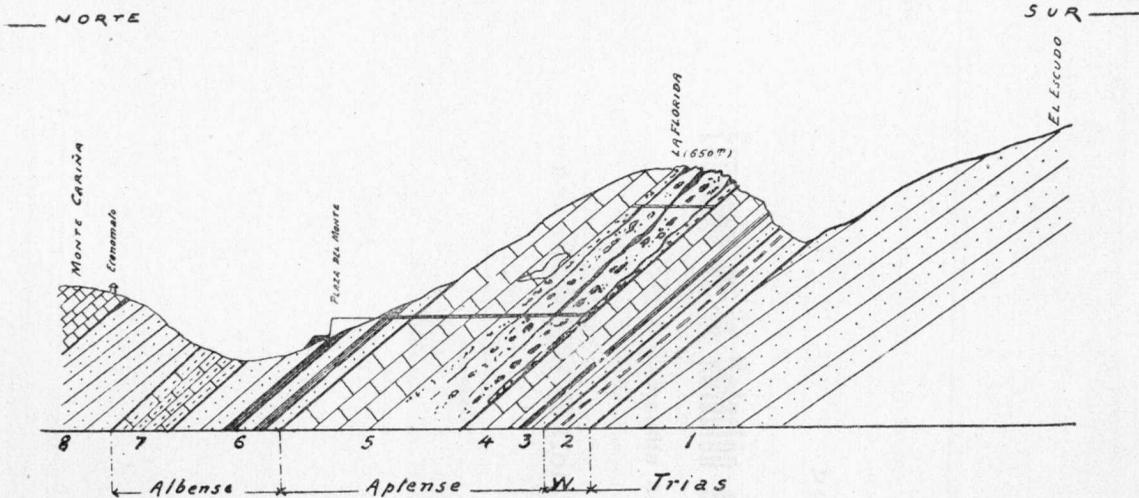


PROYECCION

ORIZONTAL



Corte por LA FLORIDA



- 1 = ARENISCAS DEL TRIAS _____
- 2 = ARENISCAS Y ARCILLAS WEALBENSES _____
- 3 = ARENISCAS Y MARGAS APTENSES, CON ORBITOLINAS _____
- 4 = CALIZAS APTENSES _____
- 5 = DOLOMIAS Y CALIZAS GARGASIANAS _____
- 6 = ARENISCAS Y MARGAS ALBENSES _____
- 7 = CALIZAS ALBENSES _____
- 8 = ARENISCAS Y CALIZAS CENOMANENSES _____



Plano Geológico de la Región



SERVICIO DE MERIDIANAS

CONSEJO DE MINERÍA

TRAZADO DE MERIDIANAS EN LOS DISTRITOS MINEROS DE ALMERÍA E ISLAS CANARIAS Y DE RECTIFICACIÓN EN EL DE MURCIA

POR EL INSPECTOR GENERAL

ILUSTRÍSIMO SEÑOR D. ADOLFO DE LA ROSA.

ALMERÍA

Por observaciones de las estrellas y Corvi en su culminación, y de Ursae minoris en su paso inferior, se determinó en cada caso la latitud del hito fijado como estación de acimutes.

Por la máxima digresión oriental de Ursae, Draconis y Cophey, la dirección meridiana.

MERIDIANA DE LA CAPITAL

Hito de cemento de 0,40 metros de alto y base cuadrada de $0,15 \times 0,15$.

Lleva grabadas las dos diagonales de la base superior y un agujero en el centro que permite colocar un jalón, enterrado en el suelo de modo de aflorar ligeramente su base superior, en el cerro de San Cristóbal, placeta baja del monumento al Sagrado Corazón de Jesús, a 1,08 metros de la esquina izquierda de la escalera inferior.

Latitud..... $38^{\circ} 50' 21''$ Norte.

VISUALES:

- A la cruz del campanario de la catedral..... S. v. 8° 16' 50'' E.
- Al centro de la cruz de la torre de la Vela..... O. v. 21° 40' 55'' S.
- Al centro del escudo de la Estación sismológica. N. v. 34° 11' 20'' E.
- Al eje de la chimenea de la fábrica de azufre... E. v. 35° 30' 55'' N.
- Al centro de la cruz de la iglesia de San Sebastián..... E. v. 0° 22' 40'' S.
- Al centro de la cruz de la torre de Santo Domingo..... S. v. 28° 52' 25'' E.

MERIDIANA DE SIERRA DE GÁDOR. BERJA

Hito como el anterior, fijado en el kilómetro 29 de la carretera de Ugíjar a Adra, al lado del muro izquierdo de la entrada del badén de la Rambla Julvina, a 27,50 centímetros del paramento interior del muro de contención.

Latitud..... 36° 50' 56'' Norte.

VISUALES:

- Al eje de la chimenea de la fábrica de Har..... E. v. 7° 17' 0'' N.
- Al pie de la cruz Sur de la iglesia de Berja... S. v. 28° 32' 15'' E.
- A la arista N. de la caseta del transformador de Angel Redondo, en el cerrillo de Pago..... S. v. 2° 5' 15'' E.
- Al mojón divisorio de terrenos de D. Lorenzo Gallardo y D. Francisco Salmerón, en el cerro de la Maseguilla..... N. v. 1° 52' 0'' O.
- A la arista Sur del cortijo de Marín, de D. Telesforo González Peñarodada..... O. v. 41° 52' 20'' N.
- A la chimenea de la fábrica de S. Tesifón, de Joya Espinosa y Compañía..... E. v. 42° 31' 45'' N.

MERIDIANA DE SERÓN. SIERRA DE FILABRES

Hito como los anteriores, fijado en la era más al O. de la venta de D. Lucas, de José y Manuel Fernández Checa, próxima a la línea del ferrocarril de Lorca a Baza, en la barriada de Los Zoilos, a 11,15 metros del centro de la era hacia el Sur.

Latitud..... 37° 21' 45'' Norte.

VISUALES:

- Al centro del Ojo de Buey de la estación de Serón..... O. v. 10° 50' 22'' S.
- A la parte Sur del tajo de la cerrada del Agosto..... O. v. 24° 47' 47'' S.
- A la veleta de la torre del reloj de Serón..... S. v. 15° 39' 47'' E.
- A la cruz de la iglesia de Serón..... S. v. 19° 16' 47'' E.
- A la cúspide de Sierra de Lucar (Peña Bermeja)..... N. v. 31° 47' 53'' E.
- A la cúspide de las Cocotas..... N. v. 6° 24' 33'' E.

ISLAS CANARIAS

Por observaciones de las estrellas y Ursae minoris y Scorpii en su culminación, se determinó la latitud de las estaciones de acimutes, y por las máximas digresiones de Ursae minoris, Draconis y Cophey, la del meridiano astronómico.

MERIDIANA DE GÜÍMAR. SANTA CRUZ DE TENERIFE

Estación marcada con un hito de basalto de 0,40 metros de alto y base de 0,15 × 0,15. Lleva grabadas las dos diagonales de su base superior y un agujero en el centro que permite colocar un jalón. Va empotrado en el suelo de modo que sólo queda al descubierto en una altura de cinco centímetros, en término de Güímar, kilómetro 38 de la carretera, hectómetro 3, en la vuelta de la cortada y a 4,60 metros de la cuneta.

Latitud..... 28° 16' 58'' Norte.

VISUALES:

- Al mojón del volvan de Monte-Güirres..... E. v. 39° 57' 8'' N.
- Al eje de la torre de la iglesia de Santa Cruz.. N. v. 38° 39' 22'' E.
- A la aguja de la torre de la iglesia de Arafo... N. v. 16° 49' 23'' O.
- A la aguja de la torre de la iglesia de Güímar. N. v. 20° 16' 8'' O.
- Al pico de Cho Marcial..... O. v. 36° 0' 12'' N.
- A la arista E. de la casa de Secundino en la vera de la ladera..... S. v. 13° 37' 12'' O.

MERIDIANA DE TELDE. LAS PALMAS.
GRAN CANARIA

Estación marcada con un hito como el anterior, enterrado en el suelo de modo de quedar solamente a la vista la base superior, a 1,55 metros del mojón kilométrico número 12 de la carretera de Santa Brígida a Telde; a 13,53 metros del ángulo SE. de la casa-venta y 16,90 metros del ángulo NE. de la misma.

Latitud..... 28° 0' 55" Norte.

VISUALES:

- A la torre Norte de San Juan de Telde..... E. v. 20° 40' 40" S.
- A la aguja de la torre de la iglesia de San Francisco..... E. v. 24° 28' 45" S.
- A la aguja de la torre de la iglesia de San Gregorio..... S. v. 41° 13' 10" E.
- Al mojón de la montaña de Las Palmas..... O. v. 30° 5' 45" S.
- A la escotadura de la cruz del Saucillo O. v. 16° 9' 10" S.
- Al punto más alto de Abejera Alta..... O. v. 6° 15' 55" S.

RECTIFICACIÓN DE LA MERIDIANA
DE MURCIA

Observada por los Ingenieros del Distrito minero la alteración del hito Norte de la meridiana que allí fué establecida por el Inspector general D. Leopoldo Bárcena, procedí a repetir las operaciones para trazar nuevamente dicha meridiana desde el hito Sur.

Este consiste en un prisma recto de base cuadrada de 0,20 metros de lado, con las diagonales grabadas, situado en el paseo del malecón, a unos ocho metros de la ermita del Calvario; enterrado de modo que sobresale del terreno 10 centímetros.

Por observaciones de las estrellas α y δ Ursae minoris, y γ y δ Corvi, se determinó la latitud del hito y la dirección

meridiana, con lo que se calculó el acimut de las visuales, que son las que se expresan a continuación:

Latitud..... 37° 59' 54" Norte.

VISUALES:

- Al pico de una peña negra en la Cresta del Gallo..... E. v. 3° 30' 15" S.
- A la base de la cruz de la torre de la catedral..... E. v. 8° 11' 50" N.
- A la base de la cruz de la iglesia de San Nicolás..... E. v. 24° 49' 30" N.
- A la base de la cruz de la media naranja de la iglesia de San Andrés..... E. v. 41° 9' 45" N.
- A la base de la cruz de la media naranja del convento de las Agustinas..... N. v. 39° 46' 10" E.
- Al eje de la chimenea de la fábrica grande de la seda..... N. v. 20° 34' 25" E.
- Al hito Norte de la meridiana..... N. v. 0° 59' 45" E.

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de junio de 1930

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla	401.930
Antracita	1.943
TOTAL	403.873

Coque..... 7.324 toneladas.
 Aglomerados..... 14.643 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito	2.672

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	1.876
Lignito.....	13.327
TOTAL	15.203

Producción de coque: » toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	32.988

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	17.065
Antracita	11.529
TOTAL	28.594

Briquetas..... 23.487 toneladas.
 Coque..... » —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.081

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	63.925
Antracita	19.557
TOTAL	83.482

Agglomerados..... 20.407 toneladas.
 Coque..... 1.249 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla	15.212
Antracita.....	12.143
TOTAL	27.355

Agglomerados..... 10.929 toneladas.
 Coque..... 47 —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	1.816
Coque de gas.....	364 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	15.100
Aglomerados de hulla....	8.367 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	8.320

Valencia

Coque metalúrgico.....	8.326 toneladas.
------------------------	------------------

Valladolid

Aglomerados de hulla.....	400 toneladas.
---------------------------	----------------

Vizcaya

Coque.....	28.728 toneladas.
Aglomerados.....	4.605

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	,
Lignito.....	2.433
TOTAL.....	2.433

Aglomerados..... toneladas.
Coque de gas..... 80

Producción de combustibles durante los meses de enero a junio de 1930

	Meses anteriores	Junio	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	253.241	45.172	298.413
Hulla.....	2.667.145	548.096	3.215.241
Lignito.....	162.925	29.649	192.574
TOTAL.....	3.083.311	622.917	3.706.228
Coque metalúrgico.....	288.876	45.754	334.630
Aglomerados.....	269.753	82.438	352.191

Producción nacional de aceites combustibles ⁽¹⁾

Meses de enero a junio de 1930:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Junio	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	1.579.571	307.540	1.887.111
Benzol 50 por 100 (medio)...	83.991	21.716	105.707
Solvent-nafta (pesado).....	284.314	50.107	334.421
Otros tipos.....	236.302	56.354	292.656
TOTAL.....	2.184.178	435.717	2.619.895
Aceites crudos (alquitranes)	14.434.257	2.768.449	17.202.706

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	2.272.611	514.556	2.787.167
Gasolinas y similares.....	224.934	50.249	275.183

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de junio de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	57.212
Badajoz.....	3.882
Coruña (Galicia).....	12.706 (1)
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	2.295
Granada-Málaga	21.586
Huelva.....	19.625
Jaén	1.225
Murcia.....	8.221
Oviedo.....	7.937
Santander.....	39.059
Sevilla.....	7.061
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	49.321
Vizcaya.....	193.992
Zaragoza.....	489
TOTAL.....	424.611
Meses anteriores.....	2.446.179
TOTAL A LA FECHA.....	2.870.790

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	92	»	»	»
Coruña.....	»	»	252.200	»	»
Guipúzcoa.....	292	2.735	»	»	»
Oviedo.....	7.769	7.612	»	»	»
Santander.....	3.934	4.630	»	»	»
Sevilla.....	»	428	»	»	»
Valencia.....	10.501	14.468	»	»	»
Vizcaya.....	29.550	46.094	»	»	»
TOTAL.....	52.046	76.059	252.200	»	»
Meses anteriores	288.387	403.654	2.669.300	»	»
T. A LA FECHA.	340.433	479.713	2.921.500	»	»

(1) Incluida la producción 3.861 toneladas de las minas de Villaodrid, en mayo.

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	516	»
Ciudad Real.....	558	»
Córdoba.....	»	»
Guipúzcoa.....	691	»
Murcia.....	5.981	»
Oviedo.....	»	658
Santander.....	5.852	»
TOTAL.....	13.598	658
Meses anteriores.....	56.341	4.408
TOTAL A LA FECHA.....	69.939	5.066

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL Toneladas	METAL			
		Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba ..	»	»	»	»	»
Huelva....	297.402	1.299.828	»	»	»
Murcia....	»	»	»	»	»
Oviedo....	»	»	81.763	72.308	»
Sevilla....	4.393	»	»	»	26.000
TOTAL ..	301.795	1.299.828	81.763	72.308	26.000
Meses anteriores	1.569.317	6.766.508	280.279	3.172.884	181.000
T. FECHA.	1.871.122	8.066.336	362.042	3.245.192	207.000

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	691
Oviedo.....	113
TOTAL	804
Meses anteriores.....	8.147
TOTAL A LA FECHA.....	8.951

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	15	»
Badajoz.....	198	»
Barcelona-Tarragona-Gerona ...	355	150
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	676	»
Córdoba.....	»	»
Granada-Málaga.....	81	1.382
Guipúzcoa.....	77	314
Jaén.....	4.942	1.094
Murcia.....	1.123	4.229
Santander.....	640	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL.....	8.107	7.169
Meses anteriores.....	58.790	56.134
TOTAL A LA FECHA.....	66.897	63.303

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Se concede el pase a la situación de supernumerario al Ayudante 1.º D. Abelardo Fueyo González.

Ha fallecido el Ingeniero 1.º D. León Yoldi.

Se ha dispuesto que el Ingeniero Jefe de 2.ª clase D. Narciso Mir y Clapes, afecto como sobrante de plantilla al Distrito minero de Barcelona, quede en el mismo en la vacante del Sr. Yoldi.

Se concede el reingreso en el servicio activo al Ingeniero 1.º D. Ricardo Botín Sánchez.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de julio de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras.

Concesiones mineras tituladas en el mes de julio de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Badajoz.....	Llerena.....	Margarita.....	Carbón.....	20	D. Ramón Bonaplata Martínez.
Idem.....	Idem.....	San Augusto.....	Idem.....	100	» Francisco Blázquez García.
Idem.....	Villagarcía de la Torre.	San Martín.....	Idem.....	36	Idem.
Idem.....	Idem.....	Sinforiana.....	Idem.....	39	Idem.
Idem.....	Arnaga.....	Santa Magdalena.....	Hierro.....	16	D. Faustino Ortiz Gallardo.
Idem.....	Montemolín.....	El Bombo.....	Idem.....	24	» Desiderio Fiallo Ferrera.
Coruña.....	Lousame.....	Paquita Segunda.....	Indeterminado..	27	» Ramont Ganet y Neyra.
Idem.....	Idem.....	Pastoriza Segunda.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	Empalme nuevo.....	Idem.....	16	Idem.
Idem.....	Idem.....	María Cruz.....	Wolfram..	18	D. José Ortiz Novo.
Navarra.....	Larrain.....	Dionisia.....	Hierro.....	100	» Julio Segovia.
Idem.....	Idem.....	María Ana.....	Idem.....	26	Idem.
Idem.....	Basaburúa Mayor.....	Hidalguía.....	Plomo.....	20	D. Jacinto Corral Salinas.
Idem.....	Idem.....	K 4.....	Idem.....	2800	Idem.
Idem.....	Idem.....	K 5.....	Idem.....	3080	Idem.
Idem.....	Idem.....	K 7.....	Idem.....	750	Idem.
Vizcaya.....	Carranza.....	Carmen.....	Hierro.....	33	D. Domingo Llanura.
Idem.....	Beniz Garay.....	Ordenada núm. 5.....	Estaño.....	97	» Nicolás Ocerin.
Idem.....	Gatica.....	Necesaria núm. 2.....	Petróleo...	215	» Jerónimo Jubelo.

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación mensual del catastro minero de las provincias de Badajoz, Coruña, Navarra, Santander, Sevilla y Vizcaya.

Igualmente se ha hecho la rectificación anual del catastro del distrito minero de Almería.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden núm. 143 determinando las funciones que ha de ejercer la dependencia de la Dirección general de Minas y Combustibles, encargada de los servicios de recaudación del gravamen sobre tonelada de carbón, establecido por el Real decreto de 6 de agosto de 1927 y regulado por la Real orden de 1.º de marzo de 1929. ("Gaceta" del 2.)

Real orden disponiendo que durante el mes actual rijan, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra de plomo viejo, los mismos precios que rigieron para el mes de junio último. ("Gaceta" del 2.)

Núm. 145.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el próximo mes de julio rijan, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios vigentes en el presente mes de junio, que son los establecidos en la Real orden de 31 de mayo anterior (*Gaceta* de 1.º de junio).

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 30 de junio de 1930.—P. D., *Ormaechea*.

Sr. Director general de Minas y Combustibles.

Real orden respecto a indemnizaciones al personal facultativo de Minas.

Ilmo. Sr.: De conformidad con lo propuesto por el Consejo de Minería respecto a indemnizaciones al personal facultativo de Minas,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer:

1.º Que el artículo 24 de la Instrucción para el abono de indemnizaciones al personal facultativo de Minas, de 2 de junio de 1908, quede modificado en el sentido de que, en cuanto se refiera a servicios oficiales con cargo a particulares, se devengará siempre indemnización completa de dietas con arreglo a los tipos señalados por cada día de salida, aunque se regrese a pernoctar en la residencia.

2.º Que en todos los casos en que la remuneración del trabajo esté regulada por las dietas devengadas, aquélla no será inferior a una dieta completa por cada servicio prestado, aunque se preste más de uno en un solo día.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 2 de julio de 1930.

Sr. Director general de Minas y Combustibles.

Real orden anunciando un Concurso para premiar proyectos relativos a las industrias Minera y Metalúrgica, con arreglo a las Bases que se insertan. ("Gaceta" del 11.)

Núm. 156.

Ilmo. Sr.: Consignada en el capítulo 8.º, artículo único, concepto 4.º del Presupuesto vigente, la cantidad de 10.000 pesetas para para premiar proyectos relativos a las industrias Minera y Metalúrgica, cuyos autores sean Ingenieros de Minas, con título expedido por la Escuela especial de Ingenieros de Minas de Madrid,

S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer que para la debida publicidad de este Concurso, sea anunciado en la

Gaceta de Madrid y en el BOLETÍN OFICIAL DE MINAS, METALURGIA Y COMBUSTIBLES, debiendo celebrarse con sujeción a las siguientes bases:

Primera.—Se abre concurso para la presentación de proyectos relativos a cada uno de los temas siguientes:

TEMA 1.º *Ensayos industriales para caracterización de los aceites y grasas en sus principales aplicaciones industriales. (Combustión y engrase.)*

Con el programa siguiente:

a) Métodos para determinar sus caracteres organolépticos (color, olor, etcétera); caracteres físicos (densidad, fraccionamiento por destilación, punto de fusión y de solidificación, viscosidad, etc.); caracteres fisico-químicos (inflamabilidad, calor de combustión, etc.), y caracteres químicos (acidez, alcalinidad, alquitrán sulfúrico, índice de yodo, etc.)

b) Métodos para reconocimiento o determinación de ciertos componentes (agua, azufre, carbono fijo, sedimento, cenizas, etc.)

c) Caracterización de betunes, breas y asfaltos.

d) Métodos generales de análisis y caracterización de productos de diversas procedencias.

e) Selección de métodos para la comprobación de aceites y grasas comerciales en los laboratorios de industrias varias (centrales eléctricas, automovilismo, navegación, aviación, etc.)

TEMA 2.º *Fortificación minera y relleos.*

La Memoria comprenderá:

a) Estudio de la presión de los terrenos y de las circunstancias que la modifican.

b) Materiales utilizados en la fortificación de las excavaciones mineras.

c) Fortificación de galerías, talleres de arranque y pozos, prescindiendo en la de estos últimos de cuanto se relacione con los métodos especiales de profundización.

La Memoria habrá de redactarse usando la terminología propia de la Minería española.

Segunda.—Cada uno de los estudios que opten a los premios deberá componerse de Memoria, planos y los anejos necesarios.

Tercera.—Se otorgará un premio de 5.000 pesetas a cada uno de los trabajos correspondientes a los dos temas mencionados. Los estudios premiados deberán merecer el favorable informe del Consejo de Minería con las dos terceras partes de sus Vocales, por lo menos, y ser aprobados por el Gobierno, a propuesta del Ministerio de Fomento. El concurso podrá declararse desierto si ninguno de los trabajos mereciera premio, o adjudicarse éste a uno solo.

Cuarta.—Los proyectos deberán presentarse en la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas del Ministerio de Fomento antes del día 1.º de diciembre de 1930.

Cada proyecto llevará un lema y deberá ir acompañado de un sobre cerrado y lacrado que contenga, bajo el mismo lema, el nombre del autor.

Una vez adjudicados los premios se abrirán los sobres correspondientes a los trabajos premiados. Los sobres correspondientes a estudios no premiados se devolverán con éstos sin abrir.

El Estado se reserva el derecho de publicar los estudios que hayan merecido premio.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 10 de julio de 1930.—P. D., *José de Luna*.

Sr. Director general de Minas y Combustibles.

Administración Central.—Dirección general de Minas y Combustibles.

Fijando para las Empresas mineras inscritas en el Sindicato Carbonero Asturiano y en el Sindicato Carbonero de España los precios de venta de las hullas por tonelada. ("Gaceta" del 12.)

De conformidad con lo dispuesto en el título III de la base sexta del Real decreto-ley número 1.377, de 1927, el Comité ejecutivo de Combustibles ha revisado los precios de venta de las hullas nacionales, acordando fijar para las Empresas mineras inscritas en el Sindicato Carbonero Asturiano y en el Sindicato Carbonero del Norte de España los siguientes, por tonelada:

Sobre vagón mina:

Cribado y galleta, 44,75 pesetas.
Granza, 35,75 pesetas.
Menudo, 31,15 pesetas.

Franco a bordo:

Cribado y galleta, 52,25 pesetas.
Granza, 43,25 pesetas.
Menudo, 38,65 pesetas.

Estos precios serán aplicables, a partir de la fecha siguiente al de su publicación en la *Gaceta de Madrid*, a los carbones cuyas características sean las habituales en los suministros de estos combustibles al mercado, sin que su fijación pueda constituir motivo, por parte de productores o de consumidores, para alterar los contratos vigentes.

Madrid, 11 de julio de 1930.—El Director general, *Luna Pérez*.

Real orden prorrogando por dos años la suspensión del derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Navarra. ("Gaceta" del 16.)

Núm. 159.

Ilmo. Sr.: Subsistiendo las causas que motivaron la Real orden de 27 de julio de 1928, por virtud de la que se suspendió por dos años, prorrogables por plazos iguales si se juzgaba necesario, el derecho de registro de minas en determinada zona de la provincia de Navarra, y estando para finalizar aquel plazo sin que se hayan ejecutado las investigaciones que el Estado se propone realizar en dicha zona para descubrir sales potásicas,

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo previsto en el apartado 2.º de la expresada Real orden, ha tenido a bien disponer:

1.º Que se prorrogue por dos años la suspensión del derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Navarra, cuya designación consta en la citada Real orden, que con el número 177 fué inserta en la *Gaceta de Madrid* número 215, del día 2 de agosto de 1928; y

2.º Que esta resolución se publique en dicho periódico oficial y se comunique al Ingeniero Jefe del distrito minero de Guipúzcoa, para su conocimiento e inserción en el *Boletín Oficial de la provincia de Navarra*.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 14 de julio de 1930.—P. D., *José de Luna*.

Sr. Director general de Minas y Combustibles.

Administración Central.—Dirección general de Minas y Combustibles.

Fijando los precios de venta de las hullas para las Empresas mineras de la cuenca de Peñarroya, inscritas en el Sindicato Carbonero de Peñarroya y Puertollano. ("Gaceta" del 23.)

De conformidad con lo dispuesto en el título III de la base sexta del Real decreto-ley número 1.377, de 1927, el Comité ejecutivo de Combustibles ha revisado los precios de venta de las hullas nacionales, acordando fijar para las Empresas mineras de la cuenca de Peñarroya, inscritas en el Sindicato Carbonero de Peñarroya y Puertollano, los siguientes, por tonelada sobre vagón mina:

Grueso y cribado (mayor de 35 milímetros), 66,75 pesetas.

Avellana (de 8 a 35 milímetros), 57,75 pesetas.

Menudo, 48,75 pesetas.

Menudillo, 40,75 pesetas.

Estos precios serán aplicables, a partir de la fecha siguiente al de su publicación en la *Gaceta de Madrid*, a los carbones cuyas características sean las habituales en los suministros de estos combustibles al mercado, sin que su fijación pueda constituir motivo, por parte de productores o de consumidores, para alterar los contratos vigentes.

Madrid, 22 de julio de 1930.—El Director general, *José de Luna*.

Real orden disponiendo que durante el próximo mes de agosto rijan, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios vigentes en el mes de julio. ("Gaceta" del 31.)

Núm. 172.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el próximo mes de agosto rijan, para la venta del

plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios vigentes en el presente mes de julio, que son los establecidos en la Real orden de 30 de junio anterior (*Gaceta* del 3 de julio.)

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 29 de julio de 1930.—P. D., *José de Luna*.

Sr. Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander.</i> (Criaderos de cinc).....	570
SERVICIO DE MERIDIANAS:	
Trazado de meridianas en los Distritos mineros de Almería e Islas Canarias y de rectificación en el de Murcia, por el Inspector general Ilmo. Sr. D. Adolfo de la Rosa.....	601
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de junio de 1930.....	608
Producción de combustibles durante los meses de enero a junio de 1930.....	611
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a junio de 1930.....	611
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de junio de 1930.....	612
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	615
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de julio de 1930.....	616
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento. — Real orden determinando las funciones que ha de ejercer la dependencia de la Dirección general de Minas y Combustibles, encargada de los servicios de recaudación del gravamen sobre tonelada de carbón, establecido por el Real decreto de 6 de agosto de 1927 y regulado por la Real orden de 1.º de marzo de 1929.....	619

	<u>Páginas</u>
Real orden disponiendo que durante el mes actual rijan, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios que rigieron para el mes de junio último.....	619
Real orden respecto a indemnizaciones al personal facultativo de Minas.....	620
Real orden anunciando un Concurso para premiar proyectos relativos a las industrias Minera y Metalúrgica, con arreglo a las bases que se insertan.....	620
Administración Central.— Dirección general de Minas y Combustibles.— Fijando para las Empresas mineras inscritas en el Sindicato Carbonero Asturiano y en el Sindicato Carbonero de España los precios de venta de las hullas por tonelada.....	623
Real orden prorrogando por dos años la suspensión del derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Navarra.....	624
Administración Central.— Dirección general de Minas y Combustibles.— Fijando los precios de venta de las hullas para las Empresas mineras de la cuenca de Peñarroya, inscritas en el Sindicato Carbonero de Peñarroya y Puertollano.....	625
Real orden disponiendo que durante el próximo mes de agosto rijan, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, los mismos precios vigentes en el mes de julio.....	625

Boletín Oficial de Minas, Metalurgia y Combustibles



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

ESTUDIO DE CRIADEROS MINERALES
DE LA PROVINCIA DE SANTANDER

CRIADEROS DE CINC

Criaderos de cinc de los Picos de Europa.

El macizo montañoso de los Picos de Europa, situado en la reunión de las provincias de Santander, Asturias y León, se destaca del resto de la cordillera Cantábrica por su extensión y su excepcional relieve, ofreciendo un interés geológico e industrial de primer orden, tanto por lo que a su complicadísima estructura tectónica se refiere como por los criaderos minerales que encierra. Está constituido por rocas del sistema carbonífero en casi su totalidad, predominando la caliza de montaña o de cañones, del piso dinantiense, que adquiere una potencia extraordinaria y forma sus elevadas cimas. Puede considerarse orográficamente subdividido en tres macizos, el oriental, el central y el occidental, separados por profundas cortaduras o depresiones correspondientes a fallas transversales u hojas de separación por las que se han abierto un cauce los ríos Deva, Duje y Cares. El macizo oriental o de Andara está casi en totalidad comprendido en la provincia de Santan-

der, que entra también en una parte del central; éste y el occidental se reparten entre Asturias y León. En lo que vamos a exponer nos referiremos principalmente a las zonas comprendidas en nuestra provincia.

Considerados en conjunto los Picos de Europa presentan una disposición anticlinal e isoclinal que da lugar a una estructura imbricada o en escamas, con pliegues tendidos hacia el Sur generalmente, muy apretados y con grandes resbalamientos de sus flancos, lo que es causa de que no aparezcan casi nunca a la superficie las rocas que forman los núcleos interiores de los anticlinales. Por eso las cimas y la superficie del macizo aparecen sólo formadas por la caliza dinantiense con pequeñísimas extensiones de terrenos más modernos, pizarras hulleras o areniscas del triás, acuñadas en los espacios correspondientes a los sinclinales, que han escapado a la intensa denudación que ha barrido todas las montañas. Sólo en algún corte profundo del macizo, determinado por las fallas de dislocación transversales a su dirección de plegamiento, aparecen rocas más antiguas que la caliza dinantiense; así, en el curso del Deva, entre el puente de Rumenes y Estragüña, aparece la arenisca siluriana formando un núcleo anticlinal, según se ha reconocido, entre otros, por D. Luis Adaro, cuyo corte esquemático de los Picos de Europa, entre Liébana y el mar, da una idea clara, aunque no completamente exacta, de la estructura de estas montañas.

La caliza es compacta, dura, algo marmórea, de color blanco azulado, a veces rojiza en las capas más fosilíferas; se encuentran en ella bancos de caliza margosa, más oscura, y de calizas negras. Su estratificación resulta en muchos sitios confusa y borrada por los accidentes y denudaciones; los fósiles son poco abundantes en la masa general, salvo algunos horizontes especiales; se citan algunos restos de *Ortoceras*, de *Bellerophon*, de *Spirifer* y *Productus*, y más abundantemente restos de tallos y artejos de

Crinoides, *Poteriocrimus*, *Atocrinus*, *Actinocrinus* y otros. Se encuentran también restos de *Tetracoralarios* y *Spongiarios* y algunos ejemplares de *Fusulinas*.

La sucesión estratigráfica puede establecerse en este orden:

1.º Caliza amigaloide o mármol grioto, apoyada directamente sobre las cuarcitas silurianas de Rumenes, en capa de pequeño espesor; dentro del macizo oriental de los Picos no se la vuelve a encontrar, pero aparece fuera de este macizo, en muchos puntos de Asturias, formando siempre la base del dinantiense; contiene *goniatites*.

2.º Caliza blanca compacta, algo azulada, en bancos de gran espesor, pobre en fósiles, con cristales de cuarzo, abundantes en algunas zonas, alternando con otros bancos de caliza oscura, constituye la masa principal.

3.º Caliza oscura, casi negra, de textura cristalina con fósiles marinos: *Productus*, *Spirifer*, *Rinconella*, etc. El P. Miguel Gutiérrez cita, como recogidos por él en estas capas, en Andara, al pie del Pico del Grajal, las especies siguientes: *Cefalopodos*, el *Orthoceras giganteum*, *Gasteropodos*, *Bellerophon*; *Braqueopodos*, *Spirifer Mosquensis*, *Sp. triangulares*, *Sp. Striatus*, *Productus fimbriatus*, *Prd. undatus*, *P. spinosus*, *P. Punstatus*, etc. Nosotros hemos encontrado en ellas restos de *Productus*, y en unas calizas análogas, en Lloroza, fragmentos de *Spirifer* y otros restos inclasificables.

4.º Caliza blanca compacta, algo fosilífera (restos de crinoides principalmente y coralarios), pasando a veces a caliza sacaroidea.

5.º Caliza azulada margosa y caliza rojiza, que suele contener numerosos restos de crinoides y zoantarios.

6.º Conglomerados calizos, en bancos de bastante grueso, hasta 10 y 12 metros, formados por cantos poco rodados calizos, de la misma caliza dinantiense, con cemento arcilloso silíceo.



7.º Pizarras nodulosas, negras y carbonosas, con delgados lechos intercalados de areniscas oscuras. En los escasos restos que de esta formación se conservan dentro del macizo de los Picos de Europa no se han encontrado fósiles que permitan la determinación precisa de estas pizarras. Únicamente en Aliva, cerca del Chalet de la Real Compañía Asturiana, los Sres. Durán y Corujedo han encontrado en este año impresiones de Cordaites en las pizarras carbonosas de Campomayor, lo que permite atribuir éstas al hullero superior.

Adaro atribuye los conglomerados calizos y las pizarras areniscas que forman la cubeta de Liébana, así como los manchones de Lebeña y de Andara, al hullero inferior; Patac los considera como representando el uraliense (hullero marino superior); M. Mangaud considera las pizarras y areniscas de Liébana como del hullero, sin determinar más, y las manchas de Lebeña y Aliva como margas de edad secundaria, probablemente cretáceas (albenses), formando ventanas tectónicas entre las calizas dinantienses, opinión que no sólo por consideraciones stratigráficas, sino por el hallazgo de fósiles hulleros, es a todas luces errónea. Aparte de la cubeta de Liébana, se encuentran, además, en varios sitios de los Picos, pequeños manchones de este terreno hullero; en Andara, en el fondo del lago de este nombre, y en la Vega de Hoyo Oscuro (minas «Providencia»), en Aliva, en Campo Mayor y Campo Menor (los Campos de Aliva) y en Hoyo Lloroza.

Pequeñas manchas, alargadas, del triás aparecen en los bordes del macizo oriental de los Picos, prolongaciones de las bandas triásicas del centro de la provincia, que entran por La Hermida, y llegan, una hasta la Collada de Oja, al Oeste de Bejes, y otra a la Collada de Ocina, y se corresponde con las manchas de Tresviso al Norte y Oeste de este pueblo y con la del Este del pueblo de Sotres. Están formadas estas manchas triásicas por areniscas micáceas

y arcillas rojizas en estratificación discordante con las calizas dinantienses, sobre las que se apoyan directamente y con pequeña inclinación y en partes casi horizontales (La Hermida, Lebeña, Oja), como depositadas después del principal levantamiento de las calizas carboníferas y cuando la denudación había arrastrado los estratos de las pizarras hulleras.

Los notables accidentes y el áspero relieve de los Picos de Europa demuestran palpablemente la intensidad de los esfuerzos que originaron el plegamiento de sus estratos y su formidable levantamiento. La estructura tectónica es claramente de pliegues isoclinales que se recubren mutuamente con grandes resbalamientos y cobijaduras que enmascaran la verdadera posición de los estratos, y en muchos sitios se hace imposible señalar la verdadera dirección de los pliegues y el sentido de su buzamiento; sin embargo, se observa el predominio de las direcciones de plegamiento de NE. a SO. con tendencia en los bordes Norte y Este del macizo a tomar la dirección Este a Oeste y un buzamiento general hacia el Noroeste, buzamiento, por otra parte, muy variable, pues los estratos aparecen a veces en posición vertical y aun invertidos. (Véanse los cortes que acompañamos.) En el macizo de Andara se pueden señalar varios pliegues, cuyos ejes, anticlinales y sinclinales, tienen una dirección general de NE. a S. W. (dirección herciniana) con inflexión hacia las direcciones NO., SE. y E.-O. en el borde meridional de la cordillera y en la cubeta de Liébana; es decir, que los pliegues parecen describir unas curvas cuya convexidad está dirigida hacia el Oeste.

Esta disposición ha sido señalada ya por Adaro en la parte occidental del macizo de los Picos, y en general, en toda la tectónica de la parte central de Asturias. Pero en el macizo de Andara, principalmente, estos pliegues de direcciones hercinianas están en parte recubiertos y modificados por otros que se superponen a ellos, de dirección

francamente O.-E.; es decir, Pirenaica, que se acentúan notablemente en la parte oriental, y cuyos ejes se enlazan y se continúan, fuera ya del macizo de los Picos, por toda la zona occidental de la provincia, afectando no sólo a la caliza dinantiense, cuyos afloramientos se prolongan en esa dirección, sino a todo el recubrimiento de los terrenos mesozoicos.

Esto demuestra, aparte de otras consideraciones, que el plegamiento del macizo de los Picos de Europa ha comenzado en una época muy anterior a la de los movimientos alpinos, coincidiendo con los movimientos hercinianos, iniciados en el carbonífero medio o en el stefaniense, desde luego anteriores al permotriásico, estando los esfuerzos tangenciales dirigidos próximamente del E. al O. y plegándose los estratos dinantienses y hulleros contra el antepaís paleozoico de Galicia y Asturias.

Con posterioridad a este plegamiento principal y a los movimientos epirogénicos que se derivaron del mismo, el plegamiento alpino se ha dejado sentir en Los Picos de Europa con mucha intensidad, y el sentido del empuje, de N. a S., ha originado nuevos pliegues orientados de E. a O., pero el núcleo de los Picos de Europa ha obrado como macizo resistente, y en su zona central y occidental el esfuerzo orogénico no ha tenido más efecto que acentuar los pliegues primitivos y ocasionar arrastres y cabalgaduras en los mismos con reapertura y agrandamiento de las fracturas principales, mientras que en la parte oriental los terrenos han sido de nuevo plegados en la dirección pirenaica con más intensidad, y los arrastres se han producido en dirección al S.

Consecuencia de estos últimos esfuerzos ha sido también el hundimiento de la región de Liébana, que forma una gran cubeta sinclinal separada por una serie de fracturas o fallas del macizo oriental de los Picos y de la cordillera que la limita por el S. desde Peña Labra hasta Peña Prieta,

situada en el borde del antepaís meridional, sobre la cual ha sido empujado el macizo de los Picos de Europa, apareciendo así las calizas dinantienses cabalgando sobre los estratos hulleros del uralense, que, en el contacto de la zona Norte de Liébana, buzan por debajo de la caliza carbonífera, dando la apariencia de un cobijamiento del hullero superior; disposición que indujo a Termier y a Mengaud a considerar todo el macizo de los Picos como una hoja de arrastre, transportada sobre los terrenos secundarios autóctonos, en dirección al S. Toda la vertiente meridional del macizo de Andara aparece, pues, como un inmenso escalón de más de 1.000 metros de altura en pendiente abrupta, cortado por una serie de fallas que en parte siguen la dirección SO.-NE., y en parte se arrumban del O. al E., constituyendo en conjunto una serie de fallas periféricas. El borde o labio N. de las fallas ha quedado elevado, formando las cumbres del macizo de Andara, con alturas de 1.300 a 2.400 metros; el borde S. se ha hundido con la cubeta de Liébana, y está recubierto por los estratos uralenses y los derrubios; la zona de contacto del uralense y de la caliza carbonífera se encuentran a una altura de 1.000 a 1.800 metros. La vertiente septentrional, desde la divisoria hasta el valle de Peñamellera, desciende con pendientes más suaves, según la inclinación media de las capas, interrumpidas por los resaltos correspondientes a las cabezas de los anticlinales, y por las depresiones o valles longitudinales, según la dirección de los pliegues, que corresponden a sinclinales agudos, generalmente resueltos en falla, por estiramiento de los flancos internos.

El macizo de los Picos de Europa aparece cortado también por fallas o fracturas transversales a su dirección, algunas de ellas muy pronunciadas, como las que corresponden en su disposición general a los cursos actuales de los ríos Deva, Daje y Cares, que dividen la totalidad del macizo en sus tres porciones, oriental, central y occidental, y le

separan también en su prolongación oriental del grupo del Monte Arria y Peñarrubia. El río Deva sigue primeramente, desde su nacimiento en Fuente-Dé, una dirección al SE. hasta Cosgaya, después al NO. hasta Baró, después al O. hasta Puente Ogedo; desde aquí hasta más allá de Lebeña, atraviesa el macizo de calizas dinantienses en dirección NE., después hasta el puente de Rumenes en dirección NO., y, por último, otra vez en dirección al NE. hasta su salida al valle de Peñamellera; de modo que al atravesar el macizo, sigue las direcciones NE. y NO., la primera predominante en mayor extensión, que corresponde con fracturas casi normales a la dirección de las capas. El río Duje, que nace en los campos de Aliva, atraviesa el macizo en dirección casi al N. hasta Tielve y de allí al O. hasta Camarmeña, donde se une al Cares, que viene en dirección contraria; es decir, atraviesa los Picos también casi normalmente a la dirección de las capas y después sigue un valle longitudinal. Lo mismo el río Cares, desde Posada de Valdeón hasta muy al N. de Caín, va en dirección al N. y tuerce al E., según un valle longitudinal, hasta su unión con el Duje, siguiendo ambos desde Camarmeña hasta Cebrales la dirección al N.

Estas fracturas, casi normales a la dirección de las capas, corresponden indudablemente a fracturas o fallas producidas por movimientos epirogénicos, o de descenso de partes del macizo general después de su plegamiento, y constituyen también, o han obrado, como hojas o superficies de resbalamiento de una parte de la cordillera sobre otras, pues es de notar que el macizo central aparece como más avanzado hacia el S. que el oriental. Ambos sistemas de fracturas, el longitudinal o paralelo a la dirección de las capas y el transversal o normal a las mismas, se reconocen en innumerables sitios de los Picos, y muy principalmente en los campos de fracturas que constituyen las zonas de los criaderos metalíferos.

Pocas rocas eruptivas se han señalado en esta parte de la cordillera Cantábrica; en el borde S. de la cordillera, limitando la cubeta de Liébana se encuentran rocas graníticas en Peña Prieta, altos de Riofrío y Cueto Cordel próximo a Peña Labra, cuya edad no ha sido determinada; en las laderas del S. de los Picos, entre Potes y Espinama, sólo pequeñas masas de rocas que por su composición y aspecto pertenecen al grupo de las ofitas terciarias.

Criaderos del grupo de Andara.

En la caliza carbonífera que constituye el macizo oriental arman los criaderos de calamina y blenda de este grupo, los cuales en conjunto presentan una dirección de NO. a SE. con un desarrollo en longitud de dos a tres kilómetros. Presentan, mejor dicho, han presentado una serie de afloramientos aislados, a veces de grandes dimensiones, que marcan en la superficie la corrida interior de los yacimientos con bastante regularidad. En la mayor parte de los mismos ya estuviesen constituidos casi exclusivamente por la calamina o por la blenda, se ha presentado el sulfuro de plomo, y a veces, piritas de cobre y de hierro, con espato calizo como ganga; pero más generalmente el afloramiento ha estado formado por masas de espato calizo salpicado de estos minerales, encontrándose igualmente formadas las partes altas de aquellos criaderos que no han aflorado a la superficie.

Los trabajos de explotación de estos criaderos, que se remontan a 1.860 próximamente, han permitido ya, por el desarrollo adquirido, establecer o distinguir varios tipos de yacimientos:

1.º Criaderos irregulares en extremo, limitados en todos sentidos, lo mismo en dirección que en profundidad, perfectamente aislados y sin relación aparente con los demás; son criaderos en bolsadas, o en saco, fuera general-

mente de la alineación general de los demás yacimientos, y constituidos por calaminas muy puras, de aspecto concrecionado o estratiforme, de textura terrosa o compacta, rara vez cristalina; están depositados en cavidades o grietas de la caliza, adoptando en todo la forma de estas cavidades. Estos criaderos son indudablemente de origen secundario, formados a expensas de los minerales de otros criaderos, que han sido disueltos por las aguas meteóricas y depositados de nuevo en las cavidades preexistentes de la roca encajante.

2.º Criaderos primarios de tipo filoniano, más o menos determinado, en los cuales se puede a su vez distinguir; los que ofreciendo cierta regularidad y continuidad en dirección y profundidad se presentan como verdaderos filones, con salbandas arcillosas, buzamiento constante, mineralización de calamina, algo de blenda y ganga de espato calizo y los muy irregulares que ofrecen menos constancia en su dirección e inclinación, presentan cambios correspondientes a las ondulaciones de la grieta en que están contenidos, no tienen salbandas y los minerales (calaminas) son de carácter estratiforme, como los de formación secundaria. En estos últimos se incluyen también otros criaderos que, prestando cierta continuidad en dirección, ofrecen irregularidad grande en su marcha, con ensanchamientos y estrechamientos notables, que se reducen a veces a un liso de la roca de la caja, verdaderos criaderos en rosario, pero que casi siempre se relacionan en profundidad, bien por columnas o zonas de mineralización, bien por *soplados* o huecos no rellenos de mineral, con los del tipo filoniano. En estos criaderos primarios, que se presentan como verdaderos, con su dirección característica predominante de O. 30° N. a E. 30° S. y buzamiento generalmente al N., el relleno de la fractura está constituido por calamina con ganga de espato calizo que a veces predomina, encontrándose también núcleos de blenda en el interior de los trozos

de calamina y entonces alguna proporción de sulfuros de plomo (galena). La calamina es dura, cavernosa, sonora, de aspecto algo escoriácea, con oquedades que parecen debidas a un desprendimiento de gas. Son evidentes los efectos metamórficos en estas calaminas, cuyo primitivo estado debió ser el de blendas, como se observa también en la caliza de los hastiales transformada en parte en dolomía en pequeñas costras o vetillas, pero no se acusa la acción disolvente de la circulación hidrotermal con tanta evidencia como en los criaderos más irregulares de esta misma clase. En éstos la mayor irregularidad de la grieta que contiene el yacimiento produce cambios frecuentes en la dirección e inclinación, debidas al cruzamiento de la dirección principal con fracturas de dirección normal o fallas y con otras de direcciones intermedias que por su intersección mutua producen frecuentes saltos y desviaciones tanto en dirección como en profundidad. El relleno está constituido por calaminas, pero de textura más terrosa, estratiforme; es decir, formadas por delgadas capas cuya orientación es generalmente paralela a las paredes de la caja; se encuentran en ellas núcleos de blenda, pero más frecuentemente núcleos de caliza sobre las cuales las delgadas capas de calamina parecen haberse depositado sucesivamente. En ciertas partes, generalmente en profundidad, las calaminas tienden a ser más parecidas a las del tipo anterior, duras y cavernosas; otras veces son excesivamente blandas, y también se encuentran de textura compacta, oscuras, casi negras, con nódulos de blenda. En estos filones la roca de la caja suele presentar corrosiones y desgastes debidas a la acción química de las aguas termales mineralizadas, marcándose a veces como líneas de linel sucesivas que señalan fases diversas de la circulación hidrotermal; aparecen, pues, los criaderos como si el mineral primitivo, la blenda, atacado por aguas ácidas, hubiera sido disuelto y depositado en las grietas preexistentes bajo la forma de calaminas,

por substitución metasomática del carbonato de cal. Se notan también en ellos una frecuente contracción o reducción de volumen del mineral que constituye el relleno, con producción de huecos, bien en el centro del filón, bien en uno de los hastiales, como asimismo la formación de zonas plegadas dentro del mismo mineral, que revelan los movimientos posteriores a la formación del terreno encajante y las presiones diversas a que ha estado sometido.

Entrando ahora un poco en el detalle de los criaderos de Andara, podemos distinguir dos grupos: el primero, más importante, que comprende los explotados desde la depresión del lago de Andara hasta la altura de la canal de San Carlos, entre el pico de este nombre y el de San Malar, con un recorrido total de unos 1.900 a 2.000 metros, en las concesiones «Superior», «Atrevimiento», «Ultima de Andara», «Abundantísima», «Nosotros», «Enclavada», «San Carlos» y «Santa Rosa», y el segundo, de mucha menor extensión, en las minas «Evangelista», hoy «Santiago», «Inagotable» y «Montañesa», paralelo al primero, pero situado unos 1.300 metros hacia el SO. del mismo.

En el primer grupo destacan, por la importancia y desarrollo de las explotaciones hechas en ellos, los yacimientos del tipo que se ha llamado filoniano, que se arrumban constantemente de O. 20° N. a E. 20° S., con buzamientos variables hasta de 45 y 30° al SO. y al NE., y a veces de 80° y hasta completamente verticales. Tres filones principales forman este sistema, separados de 30 a 50 metros entre sí, perfectamente paralelos, cruzando las minas «Atrevimiento», «Ultima de Andara» y «Abundantísima»; dentro de cada uno, la potencia es muy variable y las zonas mineralizadas muy irregularmente distribuidas; por ejemplo, en la mina «Atrevimiento», por debajo de los niveles próximos a la superficie, donde se encontraron afloramientos extensos y anchurones de grandes dimensiones, la potencia media está comprendida entre 1,00 a 2,00; en general,

el examen de las labores acusa una disminución progresiva de la potencia de los filones con la profundidad; las labores más profundas alcanzan más de 200 metros bajo la superficie, y hoy día la potencia media no excede de 1,00, y en muchos sitios es menor.

La regularidad de estos criaderos es muy relativa: se sostiene bien la dirección, pero la fractura principal está frecuentemente desviada por el encuentro de fallas o fracturas casi normales, orientadas generalmente al N. y NE., que originan también cambios frecuentes en la inclinación y buzamiento, y desde luego modifican la mineralización, haciendo esterilizar el criadero. El relleno está constituido por la calamina, de estructura y tipos que hemos dicho anteriormente. La distribución de las zonas mineralizadas es enormemente variable e irregular, pero puede reconocerse en general una disposición en zonas inclinadas o columnas descendentes en el sentido del buzamiento, con tendencia a acuñarse en profundidad y con ensanchamientos en los niveles superiores, comprendiendo siempre, dentro de su masa, grandes núcleos de caliza no mineralizada, formando verdaderos caballos en estéril. Más al S. del grupo principal señalado puede reconocerse, en las minas «Superior», «Segura», «Suerte» y «Abundantísima», por lo menos, dos criaderos de igual dirección, cuyas labores no han sido tan seguidas, pero que por la relación de sus afloramientos se pueden considerar de tanta importancia como los anteriores. Otro sistema de criaderos, definido por la dirección media de las fracturas que los forman, es el que sigue la dirección N. 40 a 45° O., o bien del O. 45°-50° N. al E. 45°-50° S., en el cual sistema se comprenden la casi totalidad de las explotaciones de las concesiones «Superior», «Rosario», «Suerte-Vista», «Cualquier Cosa», «Ultima de Andara» y «Enclavada»; se cuentan de seis a ocho fracturas o filones reconocidos en distintos puntos y niveles con esta dirección, que, desde luego, cruzan y se unen a veces a los del

sistema antes citado, constituyendo a veces estos encuentros grandes zonas de metalización. Los caracteres principales de la constitución de estos criaderos los refieren más bien a lo que hemos llamado criaderos primarios muy irregulares. Es, sin embargo, muy difícil reconocer esta distinción por la misma variación en la marcha y en la naturaleza del relleno, que hace que, por zonas de pequeña extensión, aparezcan tan pronto relacionadas con uno o con otro sistema.

El campo filoniano de Andara parece limitado en extensión por dos grandes fallas: una al NO., correspondiente a la depresión o pliegue del lago de Andara, al N. de la cual, en la mina «Bondad», aunque existen algunas grietas filonianas y afloramientos de minerales, no parece que los criaderos tengan la continuidad y riqueza que del lado S. de la falla, y la otra al SE., en las «Enclavadas» y «San Carlos», donde una serie de fallas paralelas a la principal, que señala la línea de crestas entre los picos San Melar y San Carlos, parece ir disminuyendo gradualmente la mineralización de los criaderos, que en las labores de las minas situadas en la vertiente S. de los Picos presenta mucha menos importancia y continuidad.

En el segundo grupo, situado al SO. del primero, se cuentan los criaderos de la «Inagotable» y de la «Evangelista» principalmente; se arrumban también en la dirección N. 70° O., pero su recorrido conocido es pequeño y las zonas mineralizadas encontradas en las labores hechas en las minas «Inagotable», «Montañesa» y «Santiago» no tienen ni la potencia ni la profundidad de los criaderos del lago y de la vega de Andara. Existen, sí, numerosos afloramientos de calamina y espato y algunos de blenda, que parecen denotar la continuidad de los filones de la «Inagotable» y la existencia de otros paralelos. Actualmente estos criaderos son objeto de un reconocimiento en profundidad por una galería establecida a 280 metros bajo el nivel de los afloramientos.

Las numerosas labores de explotación hechas en estos criaderos de los Picos durante un período de cerca de setenta años que llevan de trabajo han determinado bien su extensión y su número, pero no han llegado aún a su límite respecto a la profundidad máxima que puedan alcanzar. Si se atiende sólo a las mayores diferencias de nivel, se tiene para un mismo sistema de filones alturas de 350 a 400 metros entre los puntos más bajos hoy reconocidos por debajo del lago de Andara y los puntos más altos explotados en las minas «Enclavada» y «San Carlos», por ejemplo; pero como en los niveles más bajos en que se han cortado los criaderos no se han desarrollado en dirección los reconocimientos, esa diferencia de nivel, que mide la extensión vertical de los mismos, queda un tanto imprecisa y poco justificada para ser considerada como medida absoluta.

Desde luego sí puede demostrarse que en la zona mejor del recorrido de los criaderos, entre el lago de Andara y la vega, la profundidad de los mismos pasa de 250 metros; la galería general de las minas «Rosario» y «Superior» corta los filones a unos 50 metros bajo el nivel del lago de Andara, y en dicha mina, en las proximidades del lago, el mineral se extiende en profundidad hasta 90 metros por debajo del mismo nivel, y el nivel medio de los afloramientos corresponde a una altura entre 150 a 200 metros sobre el lago, de modo que se obtiene de 240 a 290 metros para la altura. Del mismo modo, la galería transversal general de «La Providencia» corta en las minas «Última de Andara» y «Abundantísima» los criaderos a una profundidad de unos 200 metros bajo la superficie.

Hemos indicado que la potencia de los criaderos ha ido disminuyendo con la profundidad, pero todavía se conserva suficiente para permitir la explotación, y el hecho en sí no proporciona medio seguro de calcular la profundidad a que deban terminar; la mineralización se conserva en calamina principalmente, pues la proporción de blendas aumenta

poco con la profundidad en Andara, lo que parece indicar también que la zona profunda, inalterada, de los criaderos a la zona de los sulfuros debe estar aún más baja que los niveles alcanzados.

Los minerales que producen estos criaderos de Andara son principalmente calaminas (carbonatos de cinc, Smithsonita); los sulfuros, blendas y galena se encuentran en proporción pequeña. Ya hemos indicado que las calaminas ofrecen una notable variedad respecto a textura, color, dureza y densidad; accidentalmente, el óxido de hierro y el cinabrio las coloran de tonos diversos, amarillos, rosa, bermellón, y los carbonatos de cobre en matices verdes y azules; más de 200 tipos, según D. Benigno de Arce, el ilustre Ingeniero que conocía como nadie los Picos de Europa, se pueden presentar de calaminas diversas en color y textura. La composición química, aparte de estas mezclas accidentales, corresponde al carbonato de cinc hidratado, con alguna pequeña cantidad de sílice. Hoy día muchas de estas variedades no se encuentran porque estaban sólo en los niveles altos y afloramientos de los criaderos y la explotación actual comprende principalmente las calaminas duras, sonoras, con oquedades escoriiformes, y las calaminas estratiformes, concrecionadas, más o menos terrosas o cristalinas. Todas estas calaminas son muy ricas en cinc; al estado crudo tienen 40 a 47 por 100 de cinc; calcinadas dan hasta 50 y 62 por 100 de cinc. Las blendas ofrecen también gran variedad, aunque no tanta como los criaderos de Aliva; se encuentran la blenda negra y la amarilla y acaramelada, de textura cristalina generalmente, a veces terrosa, y en bellas cristalizaciones de gran tamaño; su densidad y dureza varía bastante, siendo las más pesadas las blendas compactas de color gris amarillento, parecidas a la caliza en su aspecto pétreo. Su ley varía de 52 a 60 por 100 de cinc.

En cuanto a la clasificación de estos criaderos, que más

adelante trataremos con mayor extensión, deben comprenderse en los yacimientos primarios (singénéticos) de origen hidrotermal, bien por substitución metasomática, bien por transformación del mineral, primero en estado de sulfuros, en minerales oxidados (carbonatos), prescindiendo de los pequeños criaderos, muy limitados, de origen secundario, por disolución y reprecipitación de los minerales primitivos, de formación reciente. Acompañamos varios planos y perfiles longitudinales de algunas explotaciones sobre los criaderos del grupo de Andara, que dan idea de la marcha de los mismos y de la gran irregularidad de la distribución de su mineralización.

Criaderos de Aliva.

La depresión o el puerto de Aliva está situada en el macizo central de los Picos de Europa y se encuentra limitado al Norte por el Portillo de Sotres y la Sierra de Juan de la Cuadra, al Oeste por el macizo de Peña Vieja, al Sur por la Sierra de Valdecoro y las Portillas de Aliva y al Este por el macizo de Peña Contés, Pico Fierro y el Collado de Cámara. La caliza carbonífera forma, como hemos dicho, todo el subsuelo y las grandes montañas que circundan el puerto de Aliva, y la superficie de éste en gran parte está cubierta por las pizarras y areniscas del hullero superior en toda la extensión de Campo Mayor y Campo Menor, uniéndose por el Collado de Cámara con el hullero de la cubeta de Liébana. Aparecen también en Aliva formaciones morénicas procedentes de los glaciares de Peña Vieja y Lloroza, que se extienden por el curso superior de los ríos Duje y Salado, con conglomerados, gomsolitas, de los períodos interglaciares. La disposición general tectónica corresponde a varios pliegues isoclinales, acostados al Sur y arrumbados próximamente NE., cuyos ejes anticlinales coinciden, próximamente, con las líneas de alturas

de las Sierras de Juan de la Cuadra, de Juan Toribio y Sierra de las Arredondas, y cuyos ejes anticlinales pasan por Campo Mayor (curso del Duje) y por el Valle de Seguardas y el Collado de Cámara.

Los criaderos de Aliva que la Sociedad «Providencia» empezó a explotar casi al mismo tiempo que los de Andara, construyendo los caminos de acceso desde Camaleño y Espinama, guardan bastante analogía en cuanto a su formación y caracteres con los descritos en este sitio, aunque sea de notar desde luego que su extensión y mineralización es menor y que los minerales que los forman son casi exclusivamente blendas, aunque no faltan tampoco las calaminas, que se encuentran asociadas a las blendas en los mismos filones o en zonas distintas. Los de blenda, generalmente explotados, parecen tener la forma de filones capas, según D. Benigno de Arce, intercalados en la caliza carbonífera, y otras veces entre la caliza y las pizarras hulleras y también entre estas mismas pizarras. Ofrecen en su dirección general de NO. a SE. las mismas variaciones y ondulaciones que los filones de Andara, y también en su inclinación, que buza unas veces al NE. y otras al SO., así como en su potencia, que puede llegar a varios metros y reducirse a una simple línea de guía que acusa sólo la continuidad de la fractura o grieta que contiene el criadero. El relleno está formado por la blenda cristalizada, generalmente en cristales de gran tamaño, coloreados o transparentes, con galena y espato calizo; otras veces las blendas están disgregadas en tierras con cristales de reducido volumen; en algunos sitios se encuentran calaminas asociadas donde las condiciones del criadero permitieron la circulación de aguas oxidantes que transformaron las blendas, notándose a veces esta transmutación por grados insensibles, conservando la calamina la textura y forma cristalina de la blenda. Se encuentran también criaderos o grietas aisladas, con relleno de calamina casi exclusivamente, de textura y forma

concrecionada y estratiforme análoga a la de Andara, en relación indudable con los inmediatos filones blendosos.

Dos sistemas o grupos de criaderos se distinguen también en Aliva con arreglo a su dirección media predominante; el primero está formado por los filones que siguen las direcciones N. 70° O. y N. 60° O., que pudiéramos llamar el sistema principal, y el segundo el de los que se arrumban al N. 20 a 30° O.; el cruzamiento de ambos sistemas de fracturas produce en las minas de Campo Mayor una complicada red filoniana con metalizaciones al parecer orientadas diversamente, que parecen a primera vista no obedecer a ley ninguna. En todos ellos el mineral se presenta en zonas horizontales o poco inclinadas, y otras, a modo de columnas, en fajas verticales que alcanzan 15 a 40 y 50 metros de altura, con potencias de uno a dos metros generalmente.

En las minas «Torpeza», «Punta del Clavo», «Teresita», «Lenengoa», etc., pertenecientes a las Sociedades La Providencia y Real Compañía Asturiana, se cuentan de cuatro a cinco filones del primer grupo, trabajados en distintos puntos, con mayor o menor extensión, pero cuya continuidad parece demostrada. En la mina «Lenengoa» las galerías transversales hechas han recortado dos de estos filones, separados entre sí unos 50 metros; en el primero, con potencias de 0,50 y 1,50 metros de blenda, con varias zonas de metalización de 20 y 45 metros y buzamiento de 30 a 40° al SO.; el segundo, con la misma dirección, ha presentado también una zona metalizada en blenda, de unos 50 a 60 metros de extensión y bastante altura, con espesor de uno a dos metros; la prolongación de estos filones hacia el NO. conduce a las labores de las minas «Se Repite» y «Almanzorra», donde han presentado grandes ensanchamientos, mineralizados siempre en blenda, separados por estrechamientos absolutamente estériles. Su continuación se encuentra aún reconocida en la explotación de la «Demasía a Paz», donde

la masa filoniana se intercala entre la caliza carbonífera como muro, y las pizarras hulleras, algo calíferas (cañuelas o caliza margosa), como techo, con buzamiento hacia el NE. y una potencia mayor de tres metros.

En la mina «Almanzora», los tres filones principales se encuentran cruzados por otros cuya dirección varía de N. 23° O. a N. 33° O., produciendo en su encuentro zona que han tenido gran mineralización; lo mismo ocurre en las minas «Lenengoa» y «Torpeza». Todavía más al NO. se reconoce, en el mismo macizo de Peña Vieja, en las minas «Seigarrena», «Centinela» y «Zinconisa», las prolongaciones del sistema filoniano en dos criaderos; uno de dirección N. 80° O. con buzamiento de 15° al N. y con un espesor medio de 0,85 metros y mineralización irregular en vetas de calamina con manchas de blenda y plomo, y el otro de dirección NO. a SE., separado unos 100 metros al N. del anterior, con buzamiento de 80 a 85° al SO. y con potencia de uno a dos metros; su relleno es de calamina en la parte alta, con vetas y manchas de blenda y plomo. Otros afloramientos de menor importancia se encuentran en esta zona, pero no hay labores ni datos que permitan asegurar la continuidad de los criaderos al NO. en condiciones de explotabilidad. Resulta, pues, que el campo filoniano de los criaderos de Aliva se extiende por el NO. hasta el macizo de Peña Vieja, contra el cual parece que se estrellan los criaderos, y pierden su metalización, y hacia el SE. no pasan, por lo menos no se ha reconocido plenamente, de la línea determinada por el curso del arroyo Salado, y por el Duje, desde su confluencia. Estas líneas coinciden con cierta aproximación con el eje del anticlinal Peña Vieja-Sierra de Juan de la Cuadra y con el sinclinal de Campo Mayor, que tectónicamente parecen limitar la extensión de los criaderos, que tienen así una longitud de 1.500 a 1.800 metros. En profundidad estos criaderos de Aliva han sido menos reconocidos y trabajados que los de Andara; en el

extremo SE. de los mismos, en las minas «Torpeza», «Esperanza», «Punta del Clavo», etc., las diversas labores sobre los distintos filones y afloramientos acusan alturas explotadas de 20 a 60 metros, en cotas de 1.400 a 1.500 metros de altitud sobre el nivel del mar; en el centro y parte NO. de los criaderos las alturas explotadas sobre los criaderos alcanzan ya 30-40 y 80 metros, por término medio; pero hay puntos (mina «Lenengoa») donde la altura conocida del filón pasa de 140 metros.

La cota de altitud sobre el nivel del mar llega al pie del macizo de Peña Vieja, bajo los depósitos morénicos del glaciar cuaternario, a 1.700 metros. Ya hemos dicho que el relleno de los criaderos lo constituye casi exclusivamente el sulfuro de cinc, asociado al de plomo, en proporción que no excede de 5 a 6 por 100, con algo de pirita de hierro; la calamina en Aliva es accesoria, casi excepcional, y parece que la zona de oxidación de los criaderos ha desaparecido por completo, mostrando éstos actualmente su zona primitiva inalterada.

(Continuad.)

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	23.098
Antracita.....	12.955
TOTAL.....	36.053

Briquetas..... 6.763 toneladas.
 Coque..... » —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	1.090

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	71.645
Antracita.....	23.272
TOTAL.....	94.917

Aglomerados..... 18.566 toneladas.
 Coque..... 1.057 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	15.841
Antracita.....	14.508
TOTAL.....	30.349

Aglomerados..... » toneladas.
 Coque..... » —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.003
Coque de gas.....	374 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	14.600
Aglomerados de hulla....	8.272 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	8.865

Valencia

Coque metalúrgico..... 8.889 toneladas.

Valladolid

Aglomerados de hulla..... 251 toneladas.

Vizcaya

Coque..... 32.494 toneladas.
 Aglomerados 5.127 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	»
Lignito.....	2.494
TOTAL.....	2.494

Aglomerados..... » toneladas.
 Coque de gas..... 299 —

Producción de combustibles durante los meses de enero a julio de 1930

	Meses anteriores	Julio	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	298.413	52.152	350.565
Hulla.....	3.215.241	586.384	3.801.625
Lignito.....	192.574	31.161	223.735
TOTAL.....	3.706.228	669.697	4.375.925
Coque metalúrgico.....	334.630	57.388	392.018
Aglomerados.....	352.191	42.154	394.345

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de julio de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	44.689
Badajoz	1.825
Coruña (Galicia)	4.701
Granada-Málaga	5.950
Guipúzcoa-Alava-Navarra	3.003
Huelva	16.088
Jaén	1.273
Murcia	8.143
Oviedo	7.101
Santander	41.436
Sevilla	10.115
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel	57.687
Vizcaya	207.847
Zaragoza	5.199
TOTAL	415.057
Meses anteriores	2.870.790
TOTAL A LA FECHA	3.285.847

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona	»	44	»	»	»
Coruña	»	»	395.700	»	»
Guipúzcoa	2.209	539	»	»	»
Oviedo	8.495	10.628	»	»	»
Santander	4.329	5.337	»	»	»
Sevilla	»	»	»	»	»
Valencia	10.893	13.757	»	»	»
Vizcaya	28.850	43.726	»	»	»
TOTAL	54.776	64.031	395.700	»	»
Meses anteriores	340.433	479.713	2.921.500	»	»
T. A LA FECHA	395.209	543.744	3.317.200	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería	»	»
Badajoz	»	»
Barcelona-Lérida	543	»
Ciudad Real	585	»
Córdoba	183	420
Guipúzcoa	460	»
Murcia	2.064	»
Oviedo	»	684
Santander	5.672	»
TOTAL	9.507	1.104
Meses anteriores	69.939	5.066
TOTAL A LA FECHA	79.446	6.170

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL	METAL			
	Toneladas	Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba ..	»	»	»	»	1.333.192
Huelva....	345.731	1.221.417	»	»	»
Murcia....	»	»	»	»	»
Oviedo....	»	»	83.211	70.598	»
Sevilla....	326	»	»	»	22.000
TOTAL ..	346.057	1.221.417	83.211	70.598	1.355.192
Meses anteriores	1.871.122	8.066.336	362.042	3.245.192	207.000
T. FECHA ..	2.217.179	9.287.753	445.253	3.315.790	1.562.192

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	1.221
Oviedo	122
TOTAL	1.343
Meses anteriores	8.951
TOTAL A LA FECHA	10.294

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	7	»
Badajoz.....	150	»
Barcelona-Tarragona-Gerona...	351	121
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	892	»
Córdoba.....	4.708	7.636
Granada-Málaga.....	110	883
Guipúzcoa.....	28	561
Jaén.....	5.629	1.106
Murcia.....	1.022	4.164
Santander.....	633	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL.....	13.530	14.471
Meses anteriores.....	66.897	63.303
TOTAL A LA FECHA.....	80.427	77.774

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Se concede el pase a la situación de supernumerario al Ingeniero primero D. Ricardo Botín.

Con motivo de la anterior vacante, se produce el siguiente movimiento de escala:

Ascienden a Ingenieros primeros los Sres. D. Francisco González del Valle, D. Valentín Vallhonrat y D. Manuel Querejeta, quedando los dos primeros en situación de supernumerarios; a Ingeniero segundo D. Francisco Luxán; ingresa como Ingeniero tercero D. Claudio Alvargonzález.

Se destina a la Escuela de Capataces Facultativos de Minas, de Mieres, al Ingeniero tercero D. Claudio Alvargonzález.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de agosto de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Camaras oficiales mineras.

Concesiones mineras tituladas en el mes de agosto de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE Hectáreas	PROPIETARIOS	
Alicante...	Muchamiel.....	La Providencia.....	Ocre.....	12	D. Federico Guardiola Rodríguez. » José Chico y Chico.	
Idem.....	Sax.....	Villa María.....	Salas alcalinas..	11		
Baleares...	Ciudadela.....	Esperanza.....	Hierro.....	50	» Antonio Roca Rofill. » Germán Madrigal Gaubá. » Antonio Roca Rofill. » Pedro Caldecitey Santandreu. » Antonio Roca Rofill. » Enrique Tajarrés Ramón. » Abdón Bordoy Pastor. » Concepción Sureta Fortuny » Antonio Roca Rofill. Comp. ^a Electra de Mallorca, S. A. D. Jaime Pons Martorell. Idem. D. Antonto Ramis Cerda. » Bartolomé Vaquer Vega.	
Idem.....	Idem.....	Miramar.....	Idem.....	30		
Idem.....	Ferrerías.....	Germanita.....	Idem.....	60		
Idem.....	Manacor.....	Majorica.....	Idem.....	70		
Idem.....	Mercadal.....	San Salvador.....	Idem.....	40		
Idem.....	Santa Eulalia.....	Escipión.....	Idem.....	35		
Idem.....	Binisalem y Alaró.....	La Milagrosa.....	Lignito.....	12		
Idem.....	Búger.....	Margarita.....	Idem.....	28		
Idem.....	Ferrerías.....	Clara.....	Idem.....	40		
Idem.....	Lloseta.....	El Perpetuo Socorro.....	Idem.....	200		
Idem.....	Lluchmayor.....	Virgen de Cura.....	Idem.....	75		
Idem.....	Lluchmayor y Algaida.....	Virgen de Gracia.....	Idem.....	20		
Idem.....	Manacor del Valle.....	Dolores.....	Idem.....	4		
Idem.....	Puigpirent.....	Los Amigos.....	Idem.....	20		
Ciudad Real	Saceruela.....	Paquita.....	Cobre.....	20		» Ramón Cervera Castañeda » José Mateos Martín. Sociedad Minera Bético-Mañebeg.
Idem.....	Mestanza.....	Los Castillejos.....	Plomo.....	20		
Idem.....	Idem.....	Lanzarote.....	Idem.....	44	Idem.	
Lérida.....	Abella de la Conca.....	Teresa.....	Petróleo.....	30	D. Pablo Angarill Torrent.	
Navarra.....	Gulina.....	San Calixto.....	Arcilla.....	20	Sociedad Gran Tejera Mecánica Pamplonesa. D. Jacinto Corral Salinas.	
Idem.....	Zubieta.....	Julio Segovia.....	Hierro.....	100		
Oviedo.....	Grado.....	Bayo.....	Idem.....	19	Sdad. Anónima Felgueroso. D. Gerardo González Melendreras. » Manuel Alvarez García. » Víctor Fernández González. C. ^a Minera de Asturias, S. A. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. D. Celestino Llaneza del Valle C. ^a Minera de Asturias, S. A. Idem. Idem.	
Idem.....	Piloña.....	Riojabar.....	Idem.....	45		
Idem.....	Candamo.....	Fortuna.....	Hulla.....	18		
Idem.....	Labiana.....	Mayo.....	Idem.....	6		
Idem.....	Allande.....	Paphos.....	Oro y otros.....	135		
Idem.....	Idem.....	Karpas.....	Idem.....	96		
Idem.....	Boal.....	Idalia.....	Idem.....	120		
Idem.....	Idem.....	Troodos.....	Idem.....	80		
Idem.....	El Franco.....	Kyrenia.....	Idem.....	54		
Idem.....	Idem.....	Pesidaya.....	Idem.....	128		
Idem.....	Cangas de Narcca.....	Salamis.....	Idem.....	80		
Idem.....	San Martín de Oscos.....	Kargotis.....	Idem.....	80		
Idem.....	Tineo.....	Almirante.....	Idem.....	80		
Idem.....	Idem.....	Lapithos.....	Idem.....	56		
Idem.....	Idem.....	Nicosia.....	Idem.....	90		
Idem.....	Idem.....	Lavarán.....	Idem.....	60		
Teruel.....	Escucha y Utrillas.....	Asunción.....	Carbón.....	10	Minas y Ferrocarril de Utrillas. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. Idem. D. Francisco Martín López. » Joaquín Martín Latorre.	
Idem.....	Escucha.....	María Josefa.....	Idem.....	14		
Idem.....	Utrillas.....	Santi.....	Idem.....	9		
Idem.....	Idem.....	José María 2. ^o	Idem.....	10		
Idem.....	Idem.....	Demasia a José María.....	Idem.....	15,62 ⁹⁰		
Idem.....	Idem.....	Idem a Clotilde.....	Idem.....	2,2260		
Idem.....	Idem.....	Idem a Ernestina.....	Idem.....	11,3250		
Idem.....	Utrillas y Escucha.....	Virginia.....	Idem.....	7		
Idem.....	Utrillas.....	Jesús Ignacio.....	Idem.....	4		
Idem.....	Castel de Cabra.....	Severa.....	Idem.....	30		
Idem.....	Escucha.....	Demasia a Martín.....	Idem.....	16.20675		

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación mensual correspondiente de las provincias de Alicante, Baleares, Ciudad Real, Las Palmas, Lérída, Navarra, Oviedo y Teruel.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real decreto disponiendo que los mineros habrán de solicitar la correspondiente autorización del Gobernador civil de la provincia, para poder destinar las aguas a usos distintos de las necesidades del laboreo de su concesión, mediante el alumbramiento de las mismas. ("Gaceta" del 19.)

EXPOSICIÓN

Señor: Son de dominio privado, según el artículo 408 del Código civil, las aguas subterráneas que se encuentren en predios que ostenten este carácter, en los cuales solamente su dueño o persona por él autorizada puede investigar aquellas aguas, que, una vez alumbradas, conforme a la Ley de 13 de junio de 1879, pertenecen a quien las iluminó, a tenor de lo preceptuado en los artículos 417 y 418 del mismo Código.

El artículo 23 de la citada Ley, de acuerdo con dichos preceptos, establece que el dueño de cualquier terreno puede alumbrar y apropiarse plenamente, por medio de pozos artesianos y por socavones o galerías, las aguas que existan debajo de la superficie de su finca, con tal que no aparte o distraiga las públicas o privadas de su corriente natural, y bajo las restricciones que el artículo siguiente impone en cuanto a las distancias de aquellas labores a otros alumbramientos ya existentes y a obras o construcciones y servicios de interés general o particular, y en relación con la posible existencia de pertenencias mineras en el lugar del alumbramiento; y, con arreglo al artículo 18 de

la misma Ley, pertenecen al dueño del predio en plena propiedad las aguas subterráneas que alumbré por medio de pozos ordinarios, entendiéndo como tales aquellos que se abren con el exclusivo objeto de atender al uso doméstico o necesidades ordinarias de la vida y en los que no se emplea en los aparatos que extraen el agua otro motor que el hombre.

Por otra parte, de acuerdo con la base 28 del Decreto ley de 29 de diciembre de 1868, los mineros son dueños de las aguas que encuentren en sus trabajos, y aquél deja al cuidado de una ley especial dictar reglas sobre aprovechamientos de las corrientes subterráneas y sobre los derechos de los particulares por cuyas pertenencias atraviesan. Confirmando este precepto, la ley de Aguas, en su artículo 26, dice que los concesionarios de pertenencias mineras, socavones y galerías generales de desagüe tienen la propiedad de las aguas que encuentren en sus labores mientras conserven las de sus minas respectivas.

Parece deducirse del examen de los preceptos transcritos la existencia de una oposición entre el derecho concedido al dueño de un terreno para alumbrar y apropiarse plenamente las aguas subterráneas existentes en el subsuelo de su finca por medio de pozos artesianos, socavones y galerías, y el que se concede a los mineros o concesionarios de minas al reconocerles la propiedad de las aguas que encuentren en sus labrados; y si se tiene en cuenta que la misma Ley permite conceder minas donde no existe mineral, fácil es concebir que dicha oposición puede dar lugar y en muchas ocasiones origina litigios entre ambos intereses, ya que algunas personas solicitan concesiones mineras al solo objeto de alumbrar aguas subterráneas, con menoscabo del indudable derecho que para apropiarse las mismas tiene reconocido el dueño de la superficie.

Una recta interpretación de los preceptos enunciados, en cuanto dan lugar a confusión y motivo a controversia,

aclararía las ideas y evitaría numerosas cuestiones. A ello tiende el presente proyecto de Real decreto.

Ante todo, es preciso tener en cuenta que no es lo mismo ser minero que ser concesionario de minas. Para esto último basta solicitar una concesión en terreno donde no exista ninguna anterior, y, una vez conseguida, pagar oportunamente el canon anual de superficie; para lo primero precisa en la mayoría de los casos exponer un capital más o menos cuantioso en negocio siempre aleatorio y luchar con las dificultades siempre inherentes a una explotación minera, de las cuales en muchas ocasiones no es la menor, y a veces es la más importante, el obligado achicamiento de las aguas que encuentren en sus labrados, sin el cual sería imposible el laboreo.

En este último caso es natural, y no puede ser otro, el espíritu de la Ley, que, ya que con su trabajo, esfuerzo y capital, no sólo pone a luz una riqueza contenida en las entrañas de la tierra, sino que al propio tiempo se ve obligado a extraer las aguas que obstaculizan la explotación, pueda el que la realiza apropiárselas plenamente y aprovecharse de sus beneficios; si se trata de un simple concesionario de minas, convertido en tal acaso con el único propósito de aprovecharse de las aguas subterráneas, en pugna con el dueño de la superficie, que ostenta igual derecho, pero con más hondas raíces, puesto que nacen de la propiedad, las leyes no pueden ampararle en su designio, cuya posibilidad quisieron evitar con la supresión de las minas de agua.

No tiene duda, pues, que para ostentar un derecho a la propiedad de las aguas subterráneas, no siendo dueño del suelo suprayacente ni estando autorizado por el mismo para alumbrarlas, es preciso tener carácter de verdadero minero, entendiéndo por tal el que explota normal y continuamente la riqueza minera contenida en el subsuelo, o, cuando menos, que efectúa serios trabajos de reconocimiento e investigación de la misma.

Resta únicamente dilucidar cuáles son los derechos respectivos de este último y de aquel dueño ante la existencia posible de una colisión entre los mismos, y, al efecto, no parece violento conceder, en el caso de que la mina se encuentre en explotación normal, la primacía al que sea primero en tiempo, es decir, al que primero alumbre las aguas, sea el explotador, sea el dueño del terreno o persona por él designada; pero precediendo en el primer caso el informe técnico correspondiente; si la mina no se laborea por no existir mineral explotable o porque su concesionario no quiera ponerla en actividad, el derecho del propietario debe ser el preferente.

En el caso de que el concesionario realizara serios trabajos de investigación o preparación, parece natural concederle el derecho a las aguas; pero también señalarle un plazo para que aquélla termine o para que dé principio a la explotación, así como obligarle a que una vez empezada ésta la realice con la actividad necesaria, para que quede justificada la concesión que se le otorga.

Fundado en las consideraciones que anteceden, el Ministro que suscribe tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Real decreto.

Madrid, 14 de agosto de 1930.— Señor: A L. R. P. de V. M.,
Leopoldo Matos y Massieu.

REAL DECRETO

Núm. 1.943.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º El minero que se proponga utilizar para usos distintos de las necesidades del laboreo de su concesión las aguas procedentes de los labrados de la mina, mediante el alumbramiento de las mismas, habrá de solicitar

la correspondiente autorización del Gobernador civil de la provincia, el cual resolverá después de oír a la Jefatura de Minas.

Art. 2.º Si al solicitarse la referida autorización se estuviera efectuando la explotación de la mina, tal autorización será válida en tanto aquella explotación continúe en escala industrial, y caducará una vez terminada, debiendo figurar necesariamente entre las condiciones de la autorización el tonelaje mínimo anual que haya de ser extraído de la mina.

Art. 3.º Si la explotación no hubiera comenzado, la Jefatura de Minas habrá de informar acerca de la posibilidad de que exista mineral explotable, fijando, si el informe es favorable, el plazo dentro del cual debe empezar la explotación. En el caso de que transcurriera dicho plazo sin dar ésta comienzo, la autorización para el aprovechamiento de aguas quedará anulada, y si el informe técnico es contrario no podrá concederse la autorización. Una vez comenzada la explotación habrá de fijarse, asimismo, la cantidad del mineral que anualmente haya de ser extraído como mínimo.

Art. 4.º La autorización no eximirá en ningún caso al minero de las responsabilidades previstas en las Leyes y Reglamentos, ni de su obligación a indemnizar cuantos daños y perjuicios ocasione por mermas o desaparición de aprovechamientos preexistentes, y habrá de cumplir cuantas condiciones especiales puedan haber sido impuestas a la concesión.

Art. 5.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán cuantas disposiciones aclaratorias y complementarias sean precisas para el cumplimiento de las prescripciones del presente Real decreto.

Dado en Santander a diez y seis de agosto de mil novecientos treinta.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Leopoldo Matos y Massieu.*

Real orden que dispone rijan durante el próximo mes de septiembre los mismos precios vigentes en el mes actual, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo. ("Gaceta" del 28.)

Núm. 194.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el próximo mes de septiembre rijan, para la venta del plomo en barra y elaborados y para la compra de plomo viejo, los mismos precios vigentes en el mes de agosto actual, o sean los establecidos por Real orden de 29 de julio último (*Gaceta* del 31).

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 26 de agosto de 1930.—P. D., *José de Luna*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander.</i> (Criaderos de cinc).....	631
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de julio de 1930.....	654
Producción de combustibles durante los meses de enero a julio de 1930.....	657
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de julio de 1930.....	658
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	661
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de agosto de 1930.....	662
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento. - Real decreto disponiendo que los mineros habrán de solicitar la correspondiente autorización del Gobernador civil de la provincia, para poder destinar las aguas a usos distintos de las necesidades del laboreo de su concesión, mediante el alumbramiento de las mismas.....	665
Real orden que dispone rijan durante el próximo mes de septiembre los mismos precios vigentes en el mes actual, para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo.....	670

**Boletín Oficial de Minas, Metalurgia
y Combustibles**



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

ESTUDIO DE CRIADEROS MINERALES
DE LA PROVINCIA DE SANTANDER

CRIADEROS DE CINC

(Continuación.)

Criaderos de Lloroza y Liordes.

Dentro de este mismo macizo central de los Picos de Europa, en que están situados los filones de Aliva, se encuentran más hacia el O. los de Lloroza y Liordes, dos depresiones separadas de los puertos de Aliva por el macizo rocoso de Peña Vieja, que se eleva a 2.615 metros, cerradas al N. por las alturas de los Horcados rojos, los Urrieles y la Torre de Llambrión, y al O. por los Picos de Madejuno, San Carlos, Altaiz y La Padierna. Ambos cotos tienen mucho menos importancia minera que los anteriormente descritos, confirmándose la observación ya antigua de D. Benigno de Arce de que a medida que los criaderos avanzan hacia el NO. decrece su abundancia, y como aumentan la altura y las dificultades que el clima impone, su explotación queda muy limitada y su explotación imperfectamente conocida. Son en todo análogos

a los de Aliva, cuya dirección general conservan, aunque no sean desde luego prolongación de las mismas fracturas, pero en ellos vuelven a predominar las calaminas como mineral principal, encontrándose en proporción pequeña los sulfuros, blenda y galena. La principal, casi única, explotación actual es la de las minas «Gramas» y «Altaiz», de la Real Compañía Asturiana; en las «Gramas» se trabajan dos filones, encajados, naturalmente, en la caliza carbonífera, cuya dirección es N. 60° O. y que inclinan 40 a 45° al NE. Se han cortado por transversales en dos niveles distintos, con potencias en la zona mineralizada que varía de 1 a 1,50 metros, y se han reconocido en dirección en unos 50 a 60 metros, dentro siempre de la zona productora; sin embargo, se les puede seguir, en la superficie, por sus afloramientos, en una zona mucho mayor, desde el macizo de Peña Vieja en su vertiente occidental hasta Hoyo Sin Tierra, en una longitud de 700 a 1.000 metros. La mayor profundidad alcanzada por las labores está comprendida entre 90 y 120 metros desde la superficie; parece que en estos criaderos de Lloroza las fracturas se cierran rápidamente en profundidad. La mineralización se concentra también en zonas de no gran desarrollo en extensión, y que en el sentido vertical forma columnas desarrolladas preferentemente a lo largo de los soplados, huecos o ensanchamientos verticales, de las grietas filonianas, que, en muchos sitios, parecen haber constituido la vía de acceso de los minerales primitivos. En estos criaderos el relleno está formado por calamina (carbonato de cinc) de textura compacta y concrecionada, cuya ley en crudo llega a 47 por 100 de cinc y calcinada de 55 a 56 por 100. Contiene algo de plomo (galena) y de blenda. En las minas «Altaiz», «Merrejuno», «Esperanza», etc., más al O. y al S. de las «Gramas», se han trabajado también otros criaderos análogos en su dirección y buzamiento y en su constitución mineralógica, que sólo varía por las pequeñas proporciones que

pueden contener, en más o en menos, de blendas y galenas, con relación a los carbonatos, y cuya descripción detallada no añadiría nada nuevo a lo consignado.

Igualmente en la zona de Liordes y de Fuente-Dé; en la primera hace ya muchos años que no se trabaja, por agotamiento de los criaderos, en sus zonas superficiales, no permitiendo las especiales condiciones de la comarca aventurarse en reconocimientos costosísimos en profundidad; que probablemente no darían resultado satisfactorio. Estos reconocimientos se empezaron a hacer en las minas «Precaución», «Caina» y «Elvira», situadas en Fuente-Dé y Sotorrojo Bajero, al pie del profundo escarpe que forman los picos sobre el valle de Espinama. En la mina «Elvira» hay varios afloramientos consistentes en pequeñas vetas y manchas de blenda y calaminas que se presentan, según la dirección de las capas, con bastante regularidad; en las minas «Caina» y «Precaución» también existen afloramientos de la misma forma, alguno con espesor de 0,70 metros en blenda. Para reconocer los criaderos en profundidad practicaron dos galerías, una a la cota de 1.285 metros en dirección al NE., habiendo alcanzado unos 400 metros, estando su avance a más de 400 metros por debajo de la superficie del terreno, y la otra alcanzó unos 230 metros al NE. En ambas galerías se cortaron algunos lisos, poco mineralizados, correspondientes a los afloramientos superficiales, pero que no animaron a proseguir la investigación.

Hemos indicado anteriormente que el levantamiento principal y plegamiento de los Picos de Europa había tenido lugar en el período herciniano, a fines del período carbonífero, y desde luego anterior al permotrias, como lo prueban la dirección general de los pliegues del terreno y la discordancia de estratificación de los estratos triásicos, en evidente regresión respecto al carbonífero del macizo. En este primer levantamiento general, de gran importancia y amplitud, puesto que el ciclo de erosión subsiguiente

arrastró casi todos los estratos del uraliense que recubrían a la caliza carbonífera antes de que se depositaran las primeras areniscas triásicas, los efectos del plegamiento de los estratos comprimidos tangencialmente contra el país paleozoico de Asturias, debieron traducirse en la producción de gran número de fallas y fracturas, normales y paralelas a la dirección del empuje; es decir, orientadas próximamente de NO. a SE. y de NE. al SO. Probable es que a la producción de estas fracturas iniciales se siguiese un período de actividad metalogénica, originándose los primeros criaderos metalíferos de los Picos de Europa que se formarían en las fracturas existentes. Es de notar, en efecto, que la dirección predominante en todos los criaderos de los Picos de Europa varía de N. 40° a N. 70° O. y esta dirección coincide muy aproximadamente con la normal a la dirección media de los pliegues hercinianos en la región y que también la dirección general de las fallas que cortan o limitan los campos filonianos es de N. 30 a 45° E., que resulta paralela a la dirección de los pliegues. Pero también es de notar que el tipo de criaderos y la asociación de metales, cinc, plomo, cobre, hierro, no corresponde al tipo y asociación de las formaciones de la fase herciniana, sino que es francamente alpina (terciaria) y está en relación con rocas de estructura ofítica o microgranulítica. (Las ofitas son las únicas rocas eruptivas más próximas a los criaderos de los Picos.) Lo cual parece indicar que la metalización que hoy se ve en los criaderos de los Picos es muy posterior a la fase herciniana en que debieron producirse las fracturas principales.

Los movimientos de la época terciaria (antelutetienses) que dieron lugar a la formación de la cordillera Cantábrica actuaron en el extremo de ésta, sobre el macizo ya plegado de los Picos de Europa, con intensidad suficiente para ocasionar nuevos plegamientos y modificar los ya existentes, acoplándolos a la dirección pirenaica; produ-

ciendo, por tanto, nuevas líneas de fracturas de dirección intermedia, o reabriendo y ampliando las primitivas. Las acciones metalogénicas posteriores a estos movimientos determinaron indudablemente el relleno, por vía hidrotermal, de las grietas abiertas, que así tomaron el tipo general de filones concrecionados, en su mayor parte, como criaderos fundamentales, por decirlo así, y el de relleno de cavidades, cuando los minerales se depositaron en las fracturas irregulares de las capas calizas, agrandadas por la acción química de las soluciones metálicas y por la acción mecánica de los repetidos empujes y plegamientos. La forma primitiva de la mineralización está probado, por los hechos expuestos, que la constituyeron en todos los criaderos los sulfuros, blenda, galena y piritas, y que con posterioridad, bien por la acción de aguas termales profundas, o bien por la sola acción de las aguas meteóricas, estos minerales sulfurados se transformaron totalmente en algunos criaderos, parcialmente en otros, en carbonatos y minerales oxidados, originando las calaminas. Bien conocidas son las hipótesis admitidas sobre el depósito de las sustancias minerales en los yacimientos filonianos, y entre ellos la de la teoría hidrotermal, cuyas leyes o puntos esenciales ha formulado claramente J. Le Conte. Según ella, los yacimientos metalíferos provienen de aguas termales, y particularmente de soluciones alcalinas, que mediante un exceso de ácido sulfhídrico bajo una fuerte presión y elevada temperatura, puede disolver los sulfuros metálicos, que son los que dominan en las formas primitivas de los criaderos. Los sulfuros de cinc y plomo, insolubles en sulfuros y sulfhidratos alcalinos lo son en el SH_2 mediante una presión y temperatura elevada, y transportados así de las profundidades, por las grietas de los estratos hasta las proximidades de la superficie, en las capas calizas, donde el exceso de ácido sulfhídrico pudo ser neutralizado por el carbonato de cal, y donde el descenso de la temperatura y de la pre-

sión inicial volvió a hacer insolubles los sulfuros, que se depositaron en las grietas. El agente mineralizador principal ha debido ser en este caso el ácido sulfhídrico, pero las aguas termales magmáticas o acompañadas de aguas meteóricas debieron contener también ácido carbónico; ambos pueden atacar las rocas calizas o feldespáticas y de este ataque resultar una solución donde se establecería una especie de equilibrio químico, de un lado CO_2 , los sulfuros alcalinos y térreoalcalinos, y de otro SH_2 , y los carbonatos alcalinos y terrosos. Cuando el SH_2 predomina, las aguas disuelven los sulfuros metálicos y los transportan; cuando SH_2 disminuye, aumenta CO_2 y las aguas disuelven los carbonatos, y así, al llegar a los niveles en que las condiciones de presión y temperatura se modifican, los carbonatos disueltos a favor del exceso de CO_2 se depositan en las grietas filonianas y cristalizan en forma de calcita. Se comprende fácilmente la complejidad de estas relaciones, tan variables según las condiciones de temperatura de presión, de la solución hidrotermal y de los cambios en el equilibrio químico de los agentes mineralizadores y de las circunstancias mecánicas del camino a recorrer hasta llegar a la superficie; pero no por eso puede asegurarse que no se hayan operado. Depositados los minerales sulfurados en los criaderos primitivos de los Picos, cuyo ejemplo más típico lo dan los criaderos de la región de Aliva, la circulación de las aguas termales y de las aguas meteóricas no debió terminar inmediatamente; aunque la acción mineralizadora fuera gradualmente descendiendo, hay numerosos testimonios en los criaderos de los Picos de la circulación de estas aguas, las salidas a la superficie donde depositaron masas importantes de calcita cristalizada en cristales de grandes dimensiones y los sopladros o canales encontrados en las labores, tapizados también de estos depósitos de espato. En muchos casos estas aguas desbordaron a la superficie por las mismas fracturas que

hoy se encuentran rellenas de calamina, en otros circularon desde luego por los criaderos de blenda ya formados, las aguas ácidas han dejado señales de su acción química sobre las calizas encajantes, marcando líneas de nivel, o zonas de mayor corrosión correspondientes a fases diversas de la circulación hidrotermal. Desde luego, estas aguas en su circulación dentro de la zona superficial habían perdido su excesiva temperatura y su fuerte presión, y por tanto, los sulfuros metálicos, cinc, plomo, hierro, depositados en los criaderos no podían ser redisueltos, en totalidad, pero si contenían exceso de CO_2 o de SH_2 , podían producir una transformación de los sulfuros en sulfatos ácidos solubles, y en presencia de la caliza, depositar de nuevo, por una acción de substitución metasomática, carbonatos de cinc y plomo. Que mediante este proceso las blendas fueron cambiadas en calamina (carbonatos) en el mismo sitio de su yacimiento, lo demuestran los trozos de blenda que se encuentran en la caliza de los hastiales de los filones de calamina y los nódulos de hematites dentro de las calaminas que corresponden a trozos de la pirita de hierro que acompaña a las blendas, que sufrieron también la misma transformación. Y mediante el mismo proceso químico, las aguas termales cargadas de sulfato de cinc pudieron desbordar de los yacimientos primeros y alcanzar, bien por la superficie, bien por comunicaciones interiores, otras grietas o cavidades del terreno en relación con ellos y depositar en las mismas, agrandándolas al mismo tiempo, el cinc en forma de carbonato, dando origen a los genuinos yacimientos de calamina por substitución, de forma más irregular que los primitivos, en los que no se encuentran indicios de minerales sulfurados. Se puede así darse cuenta de la variedad de criaderos, más aparente que real, que se ofrecen en los Picos de Europa, y también de la variedad de estructura de los minerales que presentan; las blendas transformándose lentamente, *in situ*, en calaminas, con-

servaron su estructura, su forma cristalina, después de cambiarse en carbonato de cinc; el desprendimiento de gases al precipitarse el carbonato de cinc en contacto de la caliza, pudo provocar la estructura cavernosa, escoriforme, de ciertas calaminas; las disoluciones de sulfatos resbalando a lo largo de las paredes de las grietas, podrían precipitar delgadas capas de calamina paralelamente a los hastiales, que corroían y ensanchaban al mismo tiempo, dando origen a los minerales zonados o estratiformes. Las mismas disoluciones hidrotermales produjeron las fajas de dolomías que se encuentran en estos criaderos, aunque no siempre en inmediato contacto con ellos. Parece, pues, indudable, por los hechos expuestos, que el proceso principal de la transformación de los yacimientos blendosos, cuya forma de criaderos filonianos, o de filones capas, o de simples cavidades irregulares rellenas, sólo depende de la mayor o menor regularidad de las fracturas existentes en el terreno como consecuencia de un plegamiento enérgico, algo alterados indudablemente por las acciones químicas del depósito de los minerales, debe atribuirse a la continua acción de la circulación hidrotermal, aunque a ella ha podido contribuir, y desde luego ha contribuido en las zonas altas de los criaderos la circulación y el trabajo químico de las aguas meteóricas, por encima del nivel hidrostático, formando la zona de oxidación y *la montera de hierro* de los criaderos. Pero esta zona de oxidación y esta montera no ha subsistido en totalidad después de formada; ha desaparecido casi totalmente, con gran parte de los estratos calizos que formaron entonces la superficie de los Picos, arrastradas por la denudación intensa y por el glaciario desarrollado en tan elevadas regiones. En el macizo oriental, precisamente el centro principal de glaciación, se encontraba en el borde S., sobre el circo de Andara, es decir, en la misma región o zona filoniana, en la cual se ven los efectos típicos del trabajo de los glaciares, con las su-

perficie pulimentadas y redondeadas y las rocas estriadas que siguen la dirección del valle del río Urdón. En el macizo central los glaciares de Peña Vieja y de Llorza cubrieron también las regiones donde se encuentran los criaderos. Las denudaciones postglaciares han debido ejercerse con intensidad enorme en las elevadas cumbres de la región, como se comprueba directamente en muchos sitios, de todo lo cual es lógico deducir que con los estratos del terreno desaparecidos han desaparecido también gran parte de los criaderos metalíferos, quizá las partes más ricas y metalizadas.

Explotación.—La explotación de los criaderos de cinc de los Picos de Europa, en sus dos zonas principales de Andara y Aliva, es costosa, difícil y primitiva, por las dificultades que la topografía del terreno y el clima duro de la región imponen. Las campañas de trabajo sólo duran cinco meses en el año, de junio a octubre, inclusive, y aun de estos cinco se pierden casi dos meses en trabajos de desagüe y de preparación por las nieves acumuladas en el invierno, que obstruyen los caminos, y las aguas, que inundan las labores. La misma irregularidad de los criaderos, la imposibilidad de emplear máquinas a vapor, las dificultades de los transportes de material, la dificultad de las construcciones y conservación de talleres y edificios han impuesto un laboreo especial y primitivo, que realmente extraña hoy en día al que no ha tocado de cerca las dificultades de los Picos de Europa. En la zona de Andara hay dos explotaciones principales: la de la Sociedad La Providencia, que comprende las concesiones «Previsión», «Suerte Vista», «Segura», «Optísimas», «Última de Andara», «Abundantísima», «Nosotros», «Enclavada», «San Carlos», «Por si parece», «Inagotable» y varias demás, con un total de 113 hectáreas, 71 áreas, dos en números redondos, si se incluyen también las concesiones «Si es posible» y «La mejor», y la de herederos de Mazzarasa, con las concesiones «Rosario», «Bondad», «Supe-

rior», «Atrevimiento», «Cualquier Cosa», «Santa Rosa» y «Agapita», con un total de 147 hectáreas. Además, la Real Compañía Asturiana de Minas posee en Andara las concesiones «Santiago», «Complemento», «Montañesa» y «Aumento a Montañesa», en las que ha empezado a ejecutar algunos reconocimientos. El sistema de explotación subterránea seguido es el mismo en todas las concesiones; se han ejecutado galerías a distintos niveles, generalmente siguiendo la dirección de los criaderos, aprovechando las fuertes pendientes de terreno para establecer pisos de altura variable; dentro de estos pisos se ordenan las labores, siempre siguiendo el mineral, que se arranca unas veces en bancos ascendentes y otras en testeros ascendentes, previos alguna pequeña preparación de los macizos del mineral y a veces sin preparación alguna. Como las labores de las diversas concesiones de cada Sociedad, dado el tiempo, más de sesenta años que llevan de trabajos, son muy numerosas y han descendido a profundidad grande, se han trazado algunas grandes galerías transversales para cortar los criaderos a nivel inferior y servir de galerías principales de transporte. El arranque se hace con barreno y dinamita, haciendo en estéril la menor labor posible; en los tajos se hace una separación del mineral y del estéril; el transporte interior de los productos se hace en las galerías por vagones de 0,500 metros cúbicos sobre vía ligera de 0,50 metros de ancho; en los tajos y pozos interiores, a brazo y por medio de tornos de mano que se utilizan hasta 20 metros de altura; cuando ésta es mayor, se instalan varios en serie. El desagüe y la ventilación son naturales; el terreno es sólido y no exige entibaciones; a pesar de producirse huecos de dimensiones grandes, sólo se coloca madera en algunos puntos en que la caliza está quebrantada y cruzada de fracturas o lisos.

El estéril se vierte directamente en las escombreras esblecidas en cada bocamina; el mineral se clasifica en las

plazas del exterior, separando el grueso y las tierras; los minerales de calamina gruesos se transportan a la estación de calcinación, situada en el Dobrillo, a ocho kilómetros de las minas, y 1.000 metros de altitud, donde se calcinan; las tierras calaminíferas se lavan en rollos y se concentran en cribas de mano o de palanquín, aprovechando las aguas de los desnives y del lago de Andara; los minerales de blenda también se clasifican en ricos y mixtos; los primeros se transportan directamente a la estación de embarque en Unquera, y los mixtos y las tierras se muelen en un molino de cilindros y se lavan en cribas y rollos antes de exportarse.

Como estas calaminas son carbonatos de cinc, se calcinan para reducir su peso y aumentar su ley de cinc, consiguiendo así mejorar su precio de venta y ahorrar en el transporte al puerto de embarque.

Las calaminas gruesas se calcinan en pilas al aire libre; primitivamente se empleaba leña como combustible, pero hoy día se emplea la hulla; en la calcinación del mineral pierde de 28 a 30 por 100 de peso. El mineral lavado, tierras, se calcina en dos hornos de reverbero de dos plazas que producen de cinco a seis toneladas por día.

Los minerales a calcinar se transportan primeramente al Dobrillo; después de calcinado se transportan a Unquera. estación del ferrocarril Cantábrico, por el que se trasladan a Santander para su embarque; generalmente, los minerales de blenda que no sufren ninguna preparación se transportan directamente desde las minas a la estación de Unquera. El transporte se hace en carros, por camino propiedad de las Sociedades mineras, desde las minas hasta La Hermita (19 a 22 kilómetros, según la mina de que se trate); desde este punto, por la carretera del Estado de Palencia a Timamayor, en una distancia de 24 kilómetros. Cada carro transporta de 2.000 a 3.000 kilos de mineral. La Sociedad Providencia ha empezado a ensayar el transporte en autocamiones, desde Espinama a Unquera, para sus minerales de Aliva.

La explotación de las minas de Andara ha bajado bastante en estos últimos años, por la carestía y falta de obreros principalmente; antes se explotaban de 3 a 4.000 toneladas por campaña, hoy escasamente se llega a 2.000 toneladas; el coste de la explotación se ha encarecido también grandemente, y por tanto, las oscilaciones en los precios de los minerales se hacen sentir más y en algunos períodos de baja imposibilitan en absoluto la explotación productora de estas minas.

Se calcula que en esta zona de Andara se han explotado en conjunto de 250 a 280.000 toneladas de minerales, calamina calcinada, casi en totalidad; es muy difícil, por no decir imposible, por la irregularidad de los criaderos, calcular las reservas que puedan quedar en estas minas; aplicando un coeficiente de rendimiento por metro cuadrado de criadero, próximamente igual al que puede deducirse de las explotaciones hechas, aunque el procedimiento no sea ni con mucho exacto, se puede decir, con algún fundamento, que quedan por explotar de 130 a 150.000 toneladas, partiendo del hecho de que una tercera parte de la superficie de criaderos conocida está aún por explotar, aunque ésta sea en la zona más profunda.

En la zona de Aliva explotan los criaderos de blenda la Sociedad Real Compañía Asturiana, que tiene las concesiones «Lenengoa» y su demasia, «Zortzigarrena», «José Mari», «Luisito» y «Seigarrena», en total 45 hectáreas con 64 áreas; la Sociedad La Providencia, con las concesiones «La Torpeza», «Punta del Clavo», «Almanzora», «Teresita», «Se repite», «Aumento a Torpeza», «Espectativa», «Si se encontrará mineral» y «Esperanza», en total 53 hectáreas y 96 áreas, y D. Manuel Palacios, que explota las minas «Disputada», «Paz» y sus demasías «Enriqueta» y «Juana», con un total de 45 hectáreas y 75 áreas; todas las más principales del grupo.

No siempre se trabaja en todas las minas; muchas minas

están inactivas, y en otras sólo hay labores de investigación. La explotación es siempre subterránea. Como en Andara, el sistema se adapta a las irregularidades de los criaderos, siguiendo el mineral con labores que partiendo generalmente de una galería transversal o en dirección emboquillada al nivel conveniente, son unas veces ascendentes y otras descendentes, y siguen en todos sentidos la marcha irregular de la mineralización. El arranque, el transporte interior y la fortificación son en todo iguales a lo descrito; la preparación mecánica es también igual, las blendas sufren un escogido a mano separando lo rico, los mixtos y el estéril; los primeros se transportan directamente en carros, primero hasta Espinama, después hasta Unquera, en el ferrocarril Cantábrico; los mixtos se trituran en molinos de cilindros y se lavan y concentran en cribas de palanquín, y los finos en cajones alemanes, transportándose después a Espinama. Las calaminas que en pequeña cantidad se extraen, se escogen también a mano; las tierras se lavan en cribas de mano y todo se transporta a Espinama; se calcinan en Puente Ojedo las de La Providencia. Las calaminas del grupo de Lloroza, que hoy trabaja sólo la Real Compañía Asturiana, se lavan en Aliva, único sitio donde hay agua abundante, al pie de Peña Vieja, y siguen camino a Espinama y a Unquera, y por el ferrocarril Cantábrico son llevados a Reocín, a los talleres de preparación de la Compañía, o al puerto de Hinojedo para su embarque. Los transportes se efectúan en carros, por caminos construídos por las Sociedades, desde Espinama, y por carretera, desde Espinama por Camaleño, a Potes y Unquera.

No hay datos exactos para calcular la explotación hecha en estos grupos de Aliva y Lloroza durante los años que llevan de trabajos, pero aproximadamente puede estimarse en 100 a 120.000 toneladas; como reservas existentes, no creo que se deba calcular más de 50.000 toneladas en ambos grupos.

Criaderos de cinc de Peñarrubia.

La prolongación oriental del macizo de los Picos de Europa tiene lugar por los montes de Peñarrubia y Lamasón, que la profunda garganta del Deva separa. Un núcleo potente de la caliza dinantina forma la parte principal de las cordilleras que se derivan del macizo de Andara, moldeadas ya, según accidentes tectónicos más claramente definidos, y recubriéndose de sedimentos mesozoicos más recientes.

Así, a lo largo del Deva se pueden señalar una serie de pliegues paralelos que toman la dirección O.-E., y a veces algo al SE., dirección ya francamente pirenaicas, entre los cuales se cuentan de S. a N.:

1.º El sinclinal de Castro, derivado o en prolongación algo al SE. de la Sierra de Andara.

2.º El sinclinal de Lebeña, que se prolonga al E., más allá de las cuencas del Nansa y del Saja.

3.º El anticlinal del Cueto Ajero.

4.º El sinclinal de La Hermida-Lamasón, que se prolonga también por las cuencas del Nansa y del Saja, y se reconoce en la del Besaya, entre Coó y San Felices de Hueina, formado al principio por la caliza carbonífera y areniscas triásicas, abarcando después hacia el E., por descenso de su eje, depósitos liásicos, wealdenses y aptenses.

5.º El anticlinal del monte Arria y del Escudo de Cabuérniga. Este es uno de los pliegues más característicos y prolongados de la cordillera en la parte occidental de la provincia. Su eje sigue la dirección O.-E., casi sin ondulaciones, pero en sentido vertical, desciende hacia el E., desapareciendo pronto el núcleo de caliza carbonífera, recubierto en sus dos flancos por las areniscas triásicas y wealdenses, para reaparecer por última vez a pequeña altura en la cuenca del Besaya, entre Las Caldas y Puente-viesgo.

6.º El sinclinal de Panes-Cabanzón, Sierra de Lleno, fuera ya, y al N. del macizo de los Picos de Europa, formado por los estratos cretáceos que ocultan el substratum del triás y de la caliza carbonífera; muy estrecho al principio en Peña Mellera, se va ensanchando hacia el E. y se une por Treceño con el sinclinal de Cabezón de la Sal y su prolongación.

De estos pliegues anticlinales que se derivan de los Picos de Europa, el más importante, también por la serie de criaderos que se localizan en sus flancos, es el del monte Arria y del Escudo; entre las cuencas del Deva y del Nansa forma las alturas del monte Arria y del monte Hozalba, entre 900 a 1.000 metros de altura, que descienden rápidamente entre Puentenansa y Cades. Su flanco S. se extiende desde La Hermida, por Linares y Sobrelapeña, hasta Obeso y Puentenansa, recubierto en la base de las calizas dinantienses por las areniscas del triás, que buza fuertemente al S.; el flanco N., desde Puente Llés a la salida de las gargantas de La Hermida, por Ciliengo, Suarias y Merodio, hasta Cades y Rábago, presenta sobre las calizas inclinadas al N. una faja de pizarras hulleras y otra de areniscas del triás, cuyo espesor va aumentando progresivamente hacia el E. El eje del pliegue corresponde a las alturas, entre la Peña del Urdon y Cueto Raleces, y correspondiendo a él, en la garganta del río Deva, se ve aparecer entre Urdon y el puente de Rumenes, el núcleo anticlinal de cuarcitas silurianas, a que antes, al tratar de la estratigrafía de Los Picos, se hizo referencia.

En el recorrido del flanco S. de este anticlinal se encuentran en varios sitios afloramientos de criaderos zincíferos, generalmente de poca importancia, como explotaciones productivas de calaminas, aunque demuestran la extensión de la acción metalogénica principal de los Picos de Europa.

Dentro del macizo de Andara, entre los pueblos de Tres-

viso y La Hermida, existen algunos afloramientos, y aun se trabajaron en alguna ocasión las minas demarcadas sobre ellos; ya en Peñarrubia se conocen otros encima del pueblo de Linares y en Cotos Rubios, así como más al E., entre Sobrelapeña y Obeso. Todos ellos son pequeños criaderos, orientados en la dirección general O.-E., con alguna variación hacia el SE., y encajados en grietas de la caliza carbonífera, y siguiendo casi siempre su inclinación y buzamiento. Por lo general, estos criaderos son muy limitados en dirección y en profundidad, no pasando de algunas decenas de metros, y su potencia de mineralización es también escasa; a veces un afloramiento de uno y dos metros de potencia ha esterilizado por completo a cuatro o seis metros de la superficie; generalmente, el mineral se extiende verticalmente según una grieta o liso que parece profundizar, pero que se termina pronto. El mineral predominante es la calamina, acompañada a veces de blenda y galena, con espato calizo como ganga; es decir, la misma mineralización y agrupación de elementos que en los criaderos de los Picos, pero mucho más pobres e irregulares. Sobre estos criaderos no ha existido nunca una explotación regular, ni siquiera una explotación ordenada que demostrara su importancia; sólo en algunas ocasiones favorables se han arrancado los minerales que se presentaban a la vista, desde luego en pequeñas cantidades.

Criaderos de Sol Nuevo, Cabanzón y Herrerías.

Sobre el flanco o vertiente N. del monte Arria se encuentran también afloramientos de calaminas; prescindimos de los situados al S. de Panes, en la provincia de Asturias, para sólo citar los de las minas de Solnuevo, al S. de Cabanzón. En estas minas, que explora actualmente la Real Compañía Asturiana, el criadero arma en la caliza carbonífera, en el contacto con las areniscas del triás, y las características

de dirección, buzamiento, potencia y mineralización son en todo semejantes a las ya expuestas. Se han trabajado varias bolsadas o huecos irregulares, de pequeñas dimensiones casi todas, orientadas aproximadamente en la dirección O.-E. y con muy poco desarrollo en profundidad; ninguna de ellas ha producido más de 30 a 40 toneladas de mineral; éste es la calamina concrecionada y a veces mezclada con tierras arcillosas; no se ha reconocido en profundidad el yacimiento, por lo que es imposible precisar su extensión y continuidad, o si realmente se trata de depósitos aislados de origen secundario. Al N. de este grupo de minas se encuentra otro criadero de calaminas, que arma en las calizas aptenses, separado del primero por unas estrechas fajas del triás y de areniscas wealdenses; la zona de calizas aptenses con dolomías es el extremo occidental de la gran faja de calizas gargasianas, mineraliza las, que contiene el horizonte dolomítico en que se encuentran los criaderos de cinc que se encuentran en el terreno cretáceo de Santander y que luego hemos de describir con detalle. Esta zona se prolonga al O., en Asturias, hasta Peñamellera y la cordillera de Cuera, presentando en varios sitios también afloramientos de calaminas. Pero, a mi juicio, este extremo occidental de la zona mineralizada es extremadamente pobre por la poca extensión de la metalización; por lo menos, hasta ahora no se han descubierto ni masas de mineral de importancia ni grandes indicios de que puedan encontrarse en profundidad. En todo el recorrido de la caliza carbonífera, lo mismo en Peñarrubia que más al E., en Puentenansa y Celis, y hasta que desaparece bajo las capas del triás del Escudo de Cabuérniga, así como entre las cuencas de Besaya y del Pas, al reaparecer entre Coó y Las Caldas y Puenteviego, es frecuente encontrar una serie de afloramientos de mineral de cinc, de blendas y calaminas, con galenas y pirritas de cobre y hierro, que han dado lugar en ocasiones a demar-

car sobre ellas algunas concesiones. Todos ellos son como los descritos; orientados de O. a E., generalmente con buzamiento al Norte, en grietas o fracturas que siguen la dirección del eje del anticlinal y mineralizados en la misma forma, pero muy irregulares y discontinuos en su metalización, suelen ir acompañados de dolomías, más abundantes en estos pequeños criaderos que en los de la caliza carbonífera de los Picos de Europa, pero carecen de importancia industrial. Todos ellos son contemporáneos de los criaderos de mayor importancia que arman en las calizas cretáceas. En cuanto a su edad y a su origen o modo de formación, tienen el interés teórico de venir a confirmar que la zona marcada por el anticlinal del monte Arria-Escudo de Cabuérniga-Monte Dobra y su prolongación al E. fué la zona *más fracturada* por el plegamiento de la cordillera en la parte occidental de la provincia, y que a lo largo de ella se ejerció, merced a esas fracturas, la acción metalogénica que, en forma de emanaciones hidrotermales, se manifestó como consecuencia de los movimientos orogénicos del eoceno medio.

(Continuad)

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de agosto de 1930

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	393.098
Antracita.....	2.154
TOTAL.....	395.252

Coque... 8.241 toneladas.
Aglomerados..... 12.239 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.484

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	1.534
Lignito.....	12.970
TOTAL.....	14.504

Producción de coque: » toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	35.524

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	21.017
Antracita.....	12.037
TOTAL.....	33.054

Briquetas..... 5.385 toneladas.
Coque..... 3.544 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	905

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	66.134
Antracita.....	23.560
TOTAL.....	89.694

Aglomerados..... 15.903 toneladas.
Coque..... 1.272 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	12.602
Antracita.....	14.350
TOTAL.....	26.952

Aglomerados..... 11.630 toneladas.
Coque..... » —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	1.844
Coque de gas.....	386 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	16.000
Aglomerados de hulla....	8.848 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	8.161

Valencia

Coque metalúrgico.....	7.918 toneladas
------------------------	-----------------

Valladolid

Aglomerados de hulla.....	328 toneladas.
---------------------------	----------------

Vizcaya

Coque.....	32.305 toneladas
Aglomerados.....	4.255

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	3
Lignito.....	3.567
TOTAL.....	3.567

Aglomerados.....	33 toneladas.
Coque de gas.....	125

Producción de combustibles durante los meses de enero a agosto de 1930

	Meses anteriores	Agosto	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	350.565	52.101	402.666
Hulla.....	3.801.625	545.909	4.347.534
Lignito.....	223.732	29.931	253.663
TOTAL.....	4.375.922	627.941	5.003.863
Coque metalúrgico.....	392.018	53.791	445.809
Aglomerados.....	394.345	58.621	452.966

Producción nacional de aceites combustibles (1)

Meses de enero a agosto de 1930:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Julio y Agosto	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	1.887.111	537.432	2.424.543
Benzol 50 por 100 (medio)...	105.707	37.029	142.736
Solvent-nafta (pesado).....	334.421	110.857	445.278
Otros tipos.....	292.656	89.561	382.217
TOTAL.....	2.619.895	774.879	3.394.774
Aceites crudos (alquitranes)	17.202.706	5.729.259	22.931.965

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	2.787.167	1.051.196	3.838.363
Gasolinas y similares.....	275.183	100.659	375.842

(1) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de agosto de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería.....	58.529
Badajoz.....	3.362
Coruña (Galicia).....	25.108 (1)
Granada-Málaga.....	4.783
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	3.098
Huelva.....	23.575
Jaén.....	1.303
Murcia.....	7.050
Oviedo.....	7.825
Santander.....	46.098
Sevilla.....	9.119
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	46.092
Vizcaya.....	194.802
Zaragoza.....	4.588
TOTAL.....	435.332
Meses anteriores.....	3.285.847
TOTAL A LA FECHA.....	3.721.179

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	>	152	>	>	>
Coruña.....	>	>	438.100	>	>
Guipúzcoa.....	283	1.827	>	>	>
Oviedo.....	9.425	11.870	>	>	>
Santander.....	4.711	2.223	>	>	>
Sevilla.....	>	>	>	>	>
Valencia.....	>	11.628	>	>	>
Vizcaya.....	32.865	43.727	>	>	>
TOTAL.....	47.284	71.427	438.100	>	>
Meses anteriores	395.209	543.744	3.317.200	>	>
T. A LA FECHA.	442.493	615.171	3.755.300	>	>

(1) Incluidas 8.670 toneladas, producción en julio de las minas de Villaodríd.

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	>	>
Badajoz.....	>	>
Barcelona-Lérída.....	>	>
Ciudad Real.....	584	>
Córdoba.....	96	202
Guipúzcoa.....	448	>
Murcia.....	1.957	>
Oviedo.....	>	710
Santander.....	4.957	>
TOTAL.....	8.042	912
Meses anteriores.....	79.446	6.170
TOTAL A LA FECHA.....	87.488	7.082

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL Toneladas	M E T A L			
		Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	>	>	>	709.374	>
Huelva....	244.735	1.162.757	>	>	>
Murcia....	>	>	>	>	>
Oviedo....	>	>	42.967	59.841	>
Sevilla....	577	>	>	>	22.000
TOTAL..	245.312	1.162.757	42.967	769.215	22.000
Meses anteriores	2.217.179	9.287.753	445.253	3.315.790	1.562.192
T. FECHA.	2.462.491	10.450.510	488.220	4.085.005	1.584.192

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva.....	1.000
Oviedo.....	150
TOTAL.....	1.150
Meses anteriores.....	10.294
TOTAL A LA FECHA.....	11.444

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	<i>Toneladas</i>	<i>Toneladas</i>
Almería.....	7	»
Badajoz.....	160	»
Barcelona-Tarragona-Gerona....	417	146
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	895	»
Córdoba.....	2.444	3.547
Granada-Málaga.....	92	1.006
Guipúzcoa.....	75	408
Jaén.....	6.776	1.092
Murcia.....	1.058	4.524
Santander.....	365	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL.....	12.289	10.723
Meses anteriores.....	80.427	77.774
TOTAL A LA FECHA.....	92.716	88.497

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Se nombra Ingeniero Jefe del Distrito minero de Baleares a D. Enrique Vargas Verger.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de septiembre de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras.

Concesiones mineras tituladas en el mes de septiembre de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Lérida	Molsosa	Demasia a Balsas Segunda...	Lignito...	42,1917	Sociedad General Industria y Comercio.
Idem	Llanera	1. ^a Demasia a Sellés...	Salas alcalinas..	4,1118	Idem.
Idem	Molsosa	2. ^a Idem a Molsosa	Idem	6,4580	Idem.
Idem	Idem	1. ^a Idem a id.	Idem	10,4395	Idem.
Idem	Idem	Dem. ^a a Ampliación a Molsosa.	Idem	3,8225	Idem.
Idem	Idem	Idem	Idem	1,6942	Idem.
Idem	Idem	Idem	Idem	1,5792	Idem.
Idem	Pinós Molsosa	1. ^a Demasia a Pinós.	Idem	19,4577	Idem.
Idem	Idem	2. ^a Idem id.	Idem	4,4658	Idem.
Idem	Riner	Demasia 3. ^a a Nueva Cardona.	Idem	9,8517	Idem.
Logroño	Ventrosa y Brieva	San Pablo	Hierro	20	D. Valentín Fernández Muñoz.
Idem	Idem	San Pedro	Idem	20	Idem.
Oviedo	Lena	Alfredo	Carbón	60	D. Antonio Garre Rex.
Idem	Gijón	Ciaño	Hierro	900	Sociedad Duro-Felguera.
Idem	Carreño	María del Carmen	Idem	38	Idem.
Idem	Tineo	Hamlet	Hierro y otros.	52	D. Julio Segovia Wehner.
Idem	Idem	Ofelia	Idem	65	Idem.
Idem	Idem	Pepita	Idem	179	» Juan José García.
Idem	Idem	Luisina	Idem	40	» Enrique García Tuñón.
Idem	Idem	Intrusa	Hulla	184	» Juan José García.
Idem	Llanera	María Antonia	Idem	51	» Agustín Antuña.
Idem	Navia	Ramonita	Hierro	180	» Jerónimo Merino.
Idem	Peñamellera Baja	José María	Idem	20	» Juan Sitges Fernández
Santander	Pielagos	D. ^a a las de Fresnedo.	Idem	0,9967	» Constantino Garcia Quirós
Segovia	Otero de Herreros	S. Rafael de las Minas.	Cobre	100	» Angel Jiménez Sánchez.
Idem	Espirdo	Carmencita	Plomo	100	» Angel Alonso Sánchez.
Tenerife	El Rosario	Boca Cangrejo	3. ^a Sección	4	» Melchor Ordóñez.
Idem	Idem	Las Flores	Idem	44	» Ramón Ascanio.
Idem	Idem	Paris	Idem	21	» Sixto Fernández.
Idem	Granadilla	El Fraile	Idem	80	Comunidad El Fraile y Fuente de las ovejas.
Idem	Guía de Isora	Montaña del Pedro	Idem	24	Sdad. Montaña del Pedro.
Idem	Idem	Farvaisino	Idem	20	D. Pedro Rodríguez.
Idem	Güímar	La Investigación	Idem	53	Comunidad del Río de la Esperanza.
Idem	La Guancha	Virgen de la Luz	Idem	50	D. ^a Jovita Martín.
Idem	Los Hilos	La Defensa	Idem	24	D. Agustín Monteverde.
Idem	Puerto de la Cruz	N. ^a S. ^a de los Remedios.	Idem	18	Comunidad Aguas La Fuente.
Idem	Realejo Alto	Flote	Idem	50	D. Ramón Ascanio.
Idem	Santa Ursula	La Cruz	Idem	70	Idem.
Idem	Idem	Salto de la Fortuna	Idem	22	D. Graciliano Mirabal.
Idem	Idem	San Isidro	Idem	38	Cmdad. La Parada del Santo.
Idem	Idem	Infierno	Idem	16	D. Buenaventura Pérez.
Idem	Tegueste	Monte de Guirres	Idem	16	Sociedad Los Guirres.
Idem	Tanque	Los Guanches	Idem	33	D. Delmiro Rodríguez.
Idem	Tacoronte				
Toledo	Sevilleja de la Jara	La Saucera	Plomo	20	Compañía Bético-Manchega.
Valencia	Utiel	San Cristóbal	Lignito	22	D. Cristóbal Domenech Martínez.
Idem	Losa del Obispo	Elisa	Idem	5	» Agustín Francés Cervera.
Idem	Requena	Helia	Salas alcalinas..	20	» Cesáreo Faba García.

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación mensual correspondiente de las provincias de Lérida, Logroño, Oviedo, Santander, Segovia, Tenerife, Toledo y Valencia.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real decreto declarando exceptuada de las formalidades de subasta y disponiendo se adjudique mediante concurso público la ejecución de dos sondeos de reconocimiento de la cuenca potásica de Navarra. ("Gaceta" del 18.)

EXPOSICIÓN

Señor: El excelente resultado obtenido con la perforación del sondeo ejecutado por el Estado en Salinas de Pamplona, que a los 78 metros de profundidad cortó la sospechada capa de sal potásica, en un espesor de nueve metros, ha puesto de manifiesto la existencia de una nueva cuenca cuyo reconocimiento es preciso continuar ordenada y metódicamente. Para ello, el Instituto Geológico y Minero de España ha formulado un plan de investigación que complete el conocimiento del criadero potásico descubierto. La primera parte de este plan comprende la ejecución de dos nuevos sondeos, situados respectivamente seis kilómetros al Oeste y cinco kilómetros al Sur del primero realizado, cuyo objetivo principal es determinar las condiciones del nivel acuífero que va disolviendo el yacimiento de potasa. Tales sondeos, cuyas profundidades se prevén de 600 a 650 metros, son de ejecución muy delicada y requieren una especialización de personal y material que obliga a excluir para su adjudicación el sistema de subasta y aconseja el de concurso público entre Casas nacionales y extranjeras, al amparo del artículo 52 de la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública de 1.º de julio de 1911.

Fundado en esta consideración el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene el honor de someter a V. M. el siguiente proyecto de Real decreto.

Madrid, 15 de septiembre de 1930.—Señor: A L. R. P. de V. M., *Leopoldo Matos y Massieu*.

REAL DECRETO

Núm. 2.077.

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros y a propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Queda exceptuada de las formalidades de subasta y se adjudicará mediante concurso público la ejecución de dos sondeos de reconocimiento de la cuenca potásica de Navarra, propuestos por el Instituto Geológico y Minero de España en 5 de agosto, con arreglo a lo que previene la ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda pública de 1.º de julio de 1911.

Art. 2.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán las disposiciones complementarias para el anuncio y celebración del concurso a que se refiere el presente Decreto.*

Dado en San Sebastián a diez y seis de septiembre de mil novecientos treinta.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Leopoldo Matos y Massieu*.

Real orden disponiendo que durante el mes de octubre próximo rijan, para la venta del plomo en barra y elaborado, los mismos precios vigentes en el mes actual, y que para la compra del plomo viejo rijan los precios que se indican. ("Gaceta" del 26.)

Núm. 204.

Ilmo. Sr. De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España, S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que

durante el próximo mes de octubre rijan, para la venta del plomo en barra y elaborado, los mismos precios vigentes en el mes de septiembre actual, o sean los establecidos por Real orden de 29 de junio último (*Gaceta* del 31), y que para la compra del plomo viejo, efectuada por dicho Consorcio, rijan los siguientes precios:

Clase A, 655 pesetas por tonelada.

Clase B, 580.

Clase C, 460.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 25 de septiembre de 1930. P. D., *José de Luna*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander. (Criaderos de cinc).....</i>	675
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de agosto de 1930.....	694
Producción de combustibles durante los meses de enero a agosto de 1930.....	697
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a agosto de 1930.....	697
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de agosto de 1930.....	698
SECCIÓN OFICIAL:	
Personal.....	701
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de septiembre de 1930.....	702
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento. - Real decreto declarando exceptuada de las formalidades de subasta y disponiendo se adjudique mediante concurso público la ejecución de dos sondeos de reconocimiento de la cuenca potásica de Navarra.....	705
Real orden que dispone rijan durante el mes de octubre próximo, para la venta del plomo en barra y elaborado los mismos precios vigentes en el mes actual, y que para la compra del plomo viejo rijan los precios que se indican.....	706

Boletín Oficial de Minas, Metalurgia y Combustibles



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

ESTUDIO DE CRIADEROS MINERALES
DE LA PROVINCIA DE SANTANDER

CRIADEROS DE CINC

(*Conclusión*)

Criaderos de Ronansa y Valdaliga.

El anticlinal del monte Arria, prolongado entre las cuencas del Nansa y del Saja, forma las alturas del Escudo de Cabuérniga, que se extiende desde Celis hasta la hoz de Santa Lucía, en una longitud de 16 kilómetros, y cuyas cumbres principales, Canto Redondo y Cueto Jornazo, llegan a 700 y 900 metros de altura. El núcleo de caliza carbonífera que lo constituye desaparece al E. del Nansa, bajos los estratos de las areniscas triásicas, que adquieren gran desarrollo, sobre todo en su flanco N. Sobre este flanco, formando sus estribaciones inmediatas, se extienden, paralelamente al Escudo, otras dos alturas, la de La Florida y la de Caviña, formadas por estratos cretáceos en estratificación concordante. Estos montes, de menor altura que el Escudo de Cabuérniga, constituyen, entre el Nansa y el río Escudo, el borde S. de la

cubeta o área sinclinal que se extiende hasta la costa, en San Vicente de la Barquera, y que se limita por el E. por los mismos estratos cretáceos, que desde el río Escudo tuercen en dirección NE. para terminar en el mar entre la ría de la Rabia y Comillas. En el monte de La Florida, cuya masa principal la integran las caizas y dolomías aptenses, se encuentran una serie de yacimientos de minerales de cinc, que son la continuación de los anteriormente citados en los límites de Asturias, en Cabanzón, y llegan hasta el río Escudo, y se prolongan después con menor desarrollo hacia el NE. Los principales son los de las minas de La Florida y de La Cuerre, que trabaja la Real Compañía Asturiana, pertenecientes al Ayuntamiento de Rionansa, y los de las minas de Cuévanos, del Ayuntamiento de Valdáliga, entre Roiz y Bustriguado, en las que no se ha establecido todavía una explotación regular.

La formación cretácea es la misma en todo el monte de La Florida y en su continuación oriental; las capas tienen la dirección general O.-E., con buzamientos de 35 a 40° al N., algo más inclinados los estratos al cambiar hacia el NE. después del río Escudo; la sucesión estratigráfica es la siguiente:

1.º Areniscas triásicas del Escudo, que forman la rama Norte del anticlinal sobre la caliza carbonífera; son duras, rojizas, de grano grueso, poco micáceas, sin fósiles, y presentan sobre la vertiente de Cueto Fornazo una potencia de unos 500 metros.

2.º Areniscas wealdenses que afloran en la base del monte y en el estrecho valle o barraca que le separa de La Florida; son amarillentas, micáceas, alternantes con lechos de arcilla roja; el espesor que presentan en el afloramiento es pequeño, no correspondiendo al espesor normal de la formación wealdense en la provincia, por lo que parece que en parte deben estar sus estratos recubiertos y laminados entre el triás y seguramente el liásico, aunque no aflora, y el aptense, que le sigue.

3.º Areniscas amarillentas y margosas con pequeñas orbitolinas (*O. Conoidediscoeda*, A. Gras) que constituyen la base del tramo aptense, con poco espesor.

4.º Caliza con requienias, presentando en la base un segundo nivel de orbitolinas; constituyen la masa de calizas con pequeños rudistos, o primera masa urgoniana de M. Mengaud, con un espesor de 35 a 40 metros. Estos niveles tercero y cuarto forman el aptense inferior o subtramo bedoulense. Por encima de él aparecen las dolomías mineralizadas.

5.º Calizas con pseudotoucasias santanderienses, *H. Douvillé*, y polyconites, formando la masa principal de calizas aptenses, y que en su parte inferior se convierten en dolomías. Son el subtramo superior del aptense o gargasiano. Falta aquí, o por lo menos no lo hemos encontrado, el horizonte de calizas margosas y margas con ammonites, que constituyen el nivel superior del subtramo bedoulense. Las dolomías cristalinas, de color rojo oscuro al exterior, más blancas en la fractura reciente, constituyen en la base del gargasiano un horizonte de 80 a 100 metros de espesor, en el que están incluidos los criaderos de cinc. Las calizas zoógenas con grandes pseudotoucasias forman siempre el lecho de dolomías con espesor variable de 70 a 80 metros. Por encima están recubiertas por el albense que comprende.

6.º Areniscas blandas, amarillentas y grises, micáceas, piritosas, alternando con arcillas pizarreñas, oscuras, con lignito; unos 100 metros de potencia.

7.º Calizas amarillentas y grises, con ostreas, formando a veces lumaquelas, alternando con calizas margosas, con unos 50 metros de espesor.

8.º Areniscas amarillentas, ferruginosas y carbonosas, con arcillas, con orbitolinas subcóncavas, *Leym.*, con 150 metros de potencia.

9.º Calizas amarillentas, en lechos más delgados, con

orbitolinas cóncavas, Lam., del cenomanense. Estos niveles 8 y 9 constituyen el cenomanense y se presentan ya en el monte Caviña, separados del de La Florida por la depresión de la Canal de la Vieja y de la Plaza del Monte. Siguiendo hacia el Norte, aparecen después, antes de Labarces, las margas azuladas del turonense, sin fósiles, y las calizas margas y areniscas del tramo senonense.

En la parte entre Bustriguado y Roiz la sucesión es la misma, variando solamente los espesores del aptense y de las dolomías mineralizadas, que en general disminuyen de potencia; en la parte de La Cierre y bajada hacia el Nansa disminuyen mucho de espesor y casi desaparecen en algunos sitios los estratos calizos del bedoulense; es decir, que las dolomías superiores gargasianas se apoyan sobre las margas o sobre las areniscas y arcillas rojas de la faja del wealdense o en contacto directo con las areniscas y arcillas rojas del triás. En el valle del Nansa el tramo aptense aparece en el pueblo de Rábago, kilómetro 43 de la carretera de Pesués, sobre las areniscas y arcillas rojas wealdenses, con unas margas con orbitolinas y encima las dolomías mineralizadas y su techo de calizas con pseudotoucasias que llegan hasta el puente del Arrudo en el kilómetro 44. Así atraviesan el Nansa y se continúan por Otero, en dirección a Asturias.

El conjunto de los terrenos cretáceos se presenta plegado en toda la zona que comprende el área sinclinal de San Vicente, con pliegues de dirección Este-Oeste, paralelos al anticlinal del Escudo y cuyos ejes corresponden al sinclinal de la Sierra de Lleno, y el anticlinal de Cabanzón-Gandarillas; pero en el extremo oriental de la zona, donde hemos dicho que las capas cambian de dirección al Norte, preséntanse más levantadas y estrechas, disminuyendo mucho la potencia total del cretáceo, y los pliegues se arrumban en dirección Norte-Nordeste, cortando la continuidad de los primeros; una serie de fallas o de contactos

anormales se observan en esta zona, poniendo el cretáceo en contacto de las arcillas yesíferas del triás y apareciendo el nummulítico (eoceno medio de Peña Candil) buzando bajo el cretáceo (senonense) entre Vallines y Lamadrid. Toda la zona entre Roiz-Treceño-Cabiedes-La Revilla y la ría de la Rabía presenta esta marcha irregular de fallas y asomos triásicos con cruzamientos de direcciones de pliegues en los dos sentidos indicados, lo que parece demostrar que esta disposición sea motivada por la producción de pliegues póstumos de dirección herciniana que se han sobrepuesto a los pliegues de dirección O.-E. o pirenaica que determinaron el levantamiento de la región. Se deduce de todo esto que un intenso dinamismo ha ejercido sus efectos en esta zona con producción de pliegues, hundimientos y fallas, preparando favorablemente el terreno para la subsiguiente formación de criaderos minerales.

Los descubiertos en el monte de La Florida en sus extremos y en su parte media son, en realidad, uno solo, y para evitar inútiles repeticiones los describiremos en conjunto. Como en Reocín y en Udías, y en todos los conocidos en el cretáceo de la provincia, el criadero propiamente dicho de La Florida está comprendido dentro de la faja de dolomías gargasianas, ocupando en ellas una o varias grietas o lisos paralelos a los planos de estratificación. La faja de dolomías es continua, ocupa constantemente el mismo nivel estratigráfico en la base de las calizas gargasianas, tiene una potencia de 50 a 80 metros (alguna vez hasta 100 en Cuévanos) y presentan también la misma inclinación que los bancos calizos que le sirven de techo y de muro, con sus mismas variaciones. Parece realmente interestratificada en ellas, y son de notar, cosa que no se ve en Reocín, por ejemplo, sus lisos o planos de estratificación con la misma inclinación que en las calizas de la caja. Esta inclinación es en La Florida de 36 a 40° al N. y en dirección N. 80° E. Dentro de la caja de dolomía el mineral se presenta rille-

nando grietas o lisos de distinta anchura con la dirección e inclinación de las capas como si fueran filones de mineral interstratificados.

En La Florida el criadero se ha manifestado en dos sitios: en las minas «Isidra» e «Isidora», al Oeste, y en las minas «Clara» y «Primera», hacia el Este, separados por una zona estéril de unos 1.000 metros de longitud. Tres filones capas o vetas de mineral se han encontrado: la primera, llamada de la calamina negra, en el lado del techo del criadero con uno a dos metros de potencia media; la segunda, llamada de la calamina roja o veta antigua, de unos cuatro a seis metros de potencia, cerca de la primera, y la tercera, llamada veta nueva, de un metro de espesor, del lado del muro. Los más importantes son los dos primeros; pero en ninguno de ellos la mineralización es continua, presentándose los minerales en columnas o zonas orientadas al NO. Estas columnas varían de longitud, según su dirección, en los afloramientos, desde tres y cuatro metros hasta 40 metros, y parecen presentar dentro del plano de estratificación una tendencia a acuñar. Así resulta que en la mina «Primera» la longitud mineralizada y explotada no pasa de 25 metros en dirección, alcanzando más de 200 metros en profundidad, sin que aquélla haya disminuido sensiblemente, aunque lo haga la potencia del criadero; con un afloramiento de 40 metros de línea y gran espesor, presentando como ganga abundante espato pesado (barita), ha tenido a los 100 metros de profundidad potencias de seis y siete metros, que disminuyen después a dos y cuatro metros, cargándose la mineralización de galena en algunos puntos y presentando en el techo una zona rica en óxido de hierro con una salbanda arcillosa.

Desde la superficie hasta los 160 metros de profundidad, el mineral predominante ha sido la calamina roja, de gran riqueza, 40 a 45 por 100 de cinc. Por debajo de ese nivel, que coincide con el gran soplado o caverna que se presenta

en las calizas del techo del criadero, según su dirección y que parece marcar el nivel hidrostático, el relleno de calamina se transforma en blenda, muy cargada de galena en algunas rocas, pero en general con poca pirita de hierro y con barita. El mineral se presenta como una impregnación de las dolomías, más o menos irregular, formando nódulos y concentrándose con los lisos o planos de fractura o de crucero de la roca; se encuentran núcleos de blenda sueltos, transformados superficialmente en calamina, y zonas y partes en que la transformación no ha sido total. Las calaminas tienen 40 a 45 por 100 de cinc, con 6 a 8 por 100 de hierro, con poca blenda, siendo en general menos dolomíticas que las de la zona de Udías. Las blendas alcanzan leyes de 20 a 25 por 100 de cinc, con 8 por 100 de plomo y 6 a 8 por 100 de hierro. Estos minerales son, pues, bastante complejos y necesitan una preparación mecánica cuidadosa.

Las labores de explotación en La Florida, llevadas primeramente sobre los afloramientos de la zona dolomítica, se han localizado, como hemos indicado, en las dos zonas metalizadas que el criadero presenta, y en éstas, en sentido descendente; una galería en dirección de 1.050 metros ha explorado el yacimiento, sin encontrar zonas mineralizadas intermedias; una transversal a 200 metros bajo la superficie emboquillada en la Plaza del Monte, en la ladera N. de la Montaña, sirve hoy día como galería general de transporte, y a ella vienen, por un plano inclinado, todos los minerales arrancados por encima de su nivel; el criadero se ha reconocido, por un pozo, hasta 50 metros por debajo de la transversal, lo que demuestra su continuidad en más de 250 metros de altura vertical. En el extremo O. de La Florida, en las concesiones que forman el grupo de La Cierre, entre las cotas 360 y 400 metros, el criadero ha presentado otra zona de mineralización análoga a las descritas, aunque con menor desarrollo. La dolomía mineralizada está en contacto con las margas inferiores del bedoulense,

y el mineral se presenta en el contacto estando las capas casi verticales, y éste con la misma inclinación y buzamiento al N. La galería del nivel superior cortó una zona metalizada en blenda, que ha sido ya explotada, y que en el nivel inferior, a unos 50 y 60 metros bajo la superficie, se encuentra dividida en dos ramas, presentando cada una de ellas una longitud de 20 a 25 metros, ramas que probablemente se volverán a reunir en profundidad; la mineralización está ahora exclusivamente compuesta de blendas sin calamina. En el extremo E., en las minas del grupo de Cuévanos, que han estado en investigación, pero que ahora no se trabajan formalmente, se hicieron diferentes calicatas y labores sobre los afloramientos de calamina que se presentaban en la faja de dolomías, como una zanja de 60 metros de longitud, siguiendo el plano del criadero, entre las cotas 380 y 400 metros, con pocillos de investigación de 10 metros de profundidad. En la cota 380 metros se ejecutó una galería al O., según el criadero, de 40 metros, y otra de 25 metros al E.; se hizo en ésta un pozo y se continuó en una nueva planta (cota 370) con 75 metros de galería. Se hicieron también varias transversales a diversas alturas, alguna al nivel del río Escudo (cota 115 metros), que no llegó a cortar el criadero. Todos los resultados que se desprenden de estas labores, que desde luego no obedecen a un plan de conjunto para reconocer racionalmente el criadero, acusan una impresión favorable, demostrando la continuidad del mismo, con sus vetas de calamina y blenda en parecidas condiciones que se muestran en La Florida, pero no han cortado ninguna zona de enriquecimiento con metalización suficiente. Las calaminas y blendas obtenidas son como las de La Florida, quizá algo más bajas en ley; las primeras con 30 a 40 por 100 y las segundas con un 15 por 100 de cinc.

La formación de estos criaderos aparece, por lo expuesto y teniendo presente lo tantas veces repetido en los cria-

deros que llevamos reseñados, suficientemente clara; como consecuencia de los movimientos de levantamiento y plegamientos de los terrenos, se han producido en los estratos, principalmente en las calizas aptenses, zonas de fracturas y grietas que han sido posteriormente rellenadas y mineralizadas por la circulación de soluciones metálicas aportadas por vía hidrotermal. La primera mineralización o el primer aporte lo ha sido por los compuestos sulfurados, disueltos en sulfuros alcalinos o mediante un exceso de ácido sulfhídrico en determinadas condiciones de presión y de temperatura elevadas. Depositados estos sulfuros en los que predominaba el cinc, asociado a los de plomo y hierro, en las capas calizas, dolomitizadas a su vez por efecto del metamorfismo hidrotermal, su oxidación por las aguas meteóricas o por las mismas aguas termales cargadas de ácido carbónico ha determinado una transformación en calaminas y óxidos por encima, principalmente, del nivel hidrostático o de circulación. Así, se han transformado los yacimientos primarios, de preferencia en las grietas o fracturas que sirvieron de caminos de acceso desde el interior de la corteza a las aguas profundas magmáticas, y, por disolución de parte de estos criaderos primarios, se han formado otros secundarios, depositados principalmente en las calizas del muro de la caja dolomítica, con calaminas esponjosas parecidas por su aspecto y densidad a las tobas calizas.

Explotación.—Los trabajos están, como hemos dicho, concentrados en las minas de La Cuerre «Tres Amigos» y «Elvira» y en las minas «Isidra», «Isidora», «Josefita», «Primera» y «Clara», de La Florida, que explota la Real Compañía Asturiana. La explotación es subterránea; el sistema de explotación se adopta a la forma irregular del criadero, y por esto no se sigue un sistema determinado, sino que se sigue el mineral arrancándole después de una pequeña preparación de los tajos. En cada uno se sigue el

procedimiento más adaptado a la forma en que se presenta el mineral, bien por bancos o por testeros, siguiendo a veces una labor descendente y otras en realce más o menos inclinado, guardando, sin embargo, ciertas reglas generales, como procurar que no queden en la parte superior de la labor materiales que puedan desprenderse, facilitar la ventilación y desagüe de las labores, comunicándolas entre sí y con las galerías generales de transporte. La base de la explotación la constituye el socavón general transversal que sale en la Plaza del Monte, a 230 metros bajo el nivel de las labores de la superficie, al cual se comunican las labores altas por medio de un plano inclinado que tiene la pendiente de las capas del terreno, por el cual descienden todos los minerales de los trabajos situados por encima del de su nivel. Para el transporte de los minerales a bocamina, se emplean vagones basculadores de un tercio de metro, con vías de 0,55 metros de ancho.

La preparación mecánica está situada en la Plaza del Monte, próxima al socavón general; se reduce primeramente para los minerales de calamina a un estrío y escogido a mano, separando el mineral grueso que va a la calcinación, las tierras que van al lavadero y el estéril. Los minerales de blenda se tratan en un taller de flotación. Las calaminas gruesas se calcinan en un horno de cuba que produce unas 500 toneladas de calcinado.

El taller de flotación para las blendas es igual al que esta misma Compañía tiene instalado en Udías, descrito en la Memoria del año anterior. La producción anual de estas minas viene a ser de unas 650 toneladas de calamina y unas 600 toneladas de blenda. Se emplean actualmente 100 obreros en los trabajos del interior y 50 en los talleres de preparación mecánica, de reparaciones y forjas.

Los minerales se transportan en carros a la estación de Roiz, en el ferrocarril Cantábrico, de cinco a seis kilómetros por carretera.

Criaderos de la región de Santander.

Entre Torrelavega y Santander se encuentran, a 16 kilómetros de este último punto, las minas de Puente Arce, unidas por una vía minera a la estación de Mogro, del ferrocarril Cantábrico. En estas minas se ha explotado primeramente el mineral de hierro, y merced a estos trabajos de la explotación, al descender en profundidad se han encontrado los minerales de cinc, calaminas con blendas, de los que se han arrancado algunos miles de toneladas. Hace ya años que ambas explotaciones se han paralizado por agotamiento del criadero. Este arma en las dolomias aptenses, dentro del tramo de las calizas gargasianas, recubiertas inmediatamente por las areniscas del albense. La sucesión estratigráfica es la misma reconocida y detallada al tratar de los criaderos de Reocín y Mercadal, según se expuso en la Memoria del año anterior (marzo de 1923), a la que nos remitimos. Por debajo de los minerales oxidados de hierro, que han constituido la gran masa del criadero formando su montera o cubierta por encima del nivel hidrostático, se encontraron las calaminas y blendas, con mucha pirita de hierro, pero con metalizaciones poco abundantes, cuya explotación se abandonó pronto. Industrialmente, hoy no parece tener importancia, no habiéndose efectuado reconocimientos en profundidad que pudieran hacer sospechar la continuidad del yacimiento. Lo citamos únicamente por su interés científico, marcando un punto más en el recorrido que los criaderos metalíferos del cretáceo de Santander presentan en el tramo de las calizas zoógenas aptenses, y sirve de enlace entre la zona de Reocín y la zona central de Santander (Peña Castillo) y del monte Cabarga. Los criaderos de esta zona central, como son los de Cajo (hierro y blenda), Camargo (hierro), Maliaño (hierro, pirita de hierro y blenda), Elechas (blenda) y Cabarga han sido objeto de estudio en Memorias

de años anteriores elevadas a la Dirección general. Para completar la relación de los criaderos cincíferos, nos resta citar los de Riotuerto y Rasines, en la parte oriental de la provincia.

Criadero de Riotuerto.

En la prolongación oriental de la región aptense ferrífera del monte Cabarga y de Solares se encuentra el criadero de cinc de Riotuerto. Desde Solares la zona de calizas zoógenas con dolomías mineralizadas, se prolonga, formando el pequeño macizo de Santa María y Entrambasaguas, donde se encuentran los últimos depósitos de minerales de hierro de la región central, y siguiendo próximamente una línea paralela al curso del río Miera, se prosigue por el N. y el E. de Ceceñas a La Cavada y Riotuerto y por Rucandio hacia Liérganes, en el alto curso de este río. Las calizas aptenses aparecen en este sinuoso contorno superpuestas a la formación wealdense y adquiriendo un desarrollo y espesor considerable que forma ya crestas elevadas como las de la Peña Agustina, Peña Herrera y el Alto de Alisas (600 y 700 metros sobre el nivel del mar). El estrecho valle, formado por el río Miera, está formado por las calizas aptenses, y abierto, según la dirección de las capas, en el centro de una gran bóveda anticlinal, cuya parte superior ha desaparecido por la erosión, coincidiendo el eje del pliegue con la línea de rotura o de falla que se marca a lo largo del valle. Entre La Cavada y el barrio de Riotuerto, en el centro del valle, aparecen las areniscas y arcillas wealdenses, y en las laderas N. afloran todas las capas del aptense, encontrándose, primero, los bancos de calizas oscuras margosas, con orbitolinas del aptense inferior; después, una faja de dolomías oscuras, rojizas en la fractura fresca, con un espesor de 80 a 100 metros, en bancos concordantes inclinados como las calizas al N. E. y recubiertas por una potente masa de calizas blancas agrisadas

con grandes rudistas (Pseudotoucasias y Polyconites) del aptense superior. El afloramiento de la faja de dolomías se extiende desde La Cavada hasta Riotuerto de Arriba, en unos dos y medio kilómetros de longitud, con una anchura de 200 a 500 metros, y en este recorrido aparecen las manifestaciones de mineral de cinc.

La dirección general de las capas es de N. 70° O. al E. 20° S. con buzamiento al N. 10° E. e inclinación de 10 a 20°. En la ladera S. del valle de Riotuerto aparecen sólo las calizas superiores del aptense, con un espesor grande, formando las primeras estratificaciones de la Peña Agustina, en estratificación casi horizontal, ligeramente inclinadas al NE. y al E. en el sentido de la dirección; el eje del anticlinal roto corresponde muy aproximadamente con la prolongación del de Sierra Cabarga, que cambia un poco su dirección O.-E. hacia el E. 20° S. y debe corresponderse. También, hacia levante, con el pliegue anticlinal que se observa en el valle del Asón, entre Rasines, Gibaja y Ramales. Por tanto, la faja de dolomías que aparece en Riotuerto se corresponde estratigráficamente con las dolomías de Cabarga, Solares y Santa Marina, y como en éstas, se ha manifestado en ella también la acción mineralizadora. Aunque en todo el recorrido se han encontrado indicios de mineralización, los afloramientos más importantes, que han dado origen a una explotación e investigación del criadero, se encuentran en el grupo de concesiones mineras tituladas «Segunda Protectora», «Marta», etc., situados en el barrio de Riotuerto de Arriba, en el kilómetro 7 de la carretera de La Cavada a Ramales. En las dolomías, cerca de la línea de contacto con las calizas superiores, se encuentran una serie de pequeñas bolsadas alineadas muy aproximadamente en dirección N. 65° O., que han estado rellenas de calaminas rojas (carbonatos de cinc) y que tienen dimensiones reducidas en extensión y anchura; son grietas o pequeños sopladros de forma irregular que cortan la estratificación

de las dolomías casi ortogonalmente y que cierran en profundidad, reduciéndose a un liso a veces imperceptible. En la mina «Segunda Protectora» se han ejecutado labores en profundidad, siguiéndose una galería en dirección al E., en cerca de 150 metros, con transversales al N. y S. para cortar otras vetas paralelas. En los puntos de mineralización se ha seguido ésta verticalmente por algunos pocillos, cuya máxima profundidad ha llegado a 50 ó 60 metros. La mineralización se presenta, como en la generalidad de estos criaderos irregulares, siguiendo columnas o fajas inclinadas a lo largo de los huecos o sopladados que atraviesan los bancos de dolomía; las dimensiones de estas columnas en dirección es de pocos metros, y en anchura o potencia no ha pasado de dos a tres metros, apareciendo como una serie de vetas que se reúnen o ramifican diversamente con direcciones que corresponden a los planos de cruce de las dolomías. El mineral predominante es la calamina (carbonato), acompañada de cristales de blenda y con ganga abundante de espato calizo, que a veces rellena sólo las grietas con estructura fajeada, formando por delgadas capas alternantes de dolomía rojiza y de espato. En los afloramientos y niveles superiores de los trabajos ha predominado la calamina, pero en la zona más inferior a que se ha llegado, correspondiente casi al nivel del valle, predomina la blenda, en gruesos cristales, de color negro y rojo oscuro, aunque también se encuentra en menor proporción la blenda amarillenta, recordando bastante al tipo de blendas que se encuentra más generalmente en la caliza carbonífera. La calamina es dura, compacta, cristalina, conservando la estructura típica de la blenda, algo ferruginosa, encontrándose bastantes núcleos de ésta cristalizada en su interior, en los que se observa el tránsito o la transformación en calamina; tiene una ley en bruto de 42 a 45 por 100 de cinc, y la blenda llega al 50 por 100. En estas minas, que empezaron a laborearse hará unos veinte años,

no se ha hecho todavía un reconocimiento ordenado y metódico que permita determinar la verdadera extensión e importancia del criadero, que, sin embargo, presenta indicaciones interesantes que pueden conducir a descubrir más zonas de mineralización que las descubiertas. No se hace más preparación del mineral que un estirio y escogido a mano, transportándose el mineral en carros, por la carretera, hasta la estación de La Cavada, en el ferrocarril de Santander a Liérganes, por el que se conduce al puerto. La explotación, que no sigue ningún plan, limitándose a arrancar el mineral según se presenta, es muy pequeña, y en general, por la falta de preparación del criadero, resulta cara, por lo que los trabajos se han llevado con grandes intermitencias; la cantidad total explotada en estos años se calcula en unas 2.000 a 3.000 toneladas, siendo imposible, en el estado actual de los trabajos, aventurar una cifra de la cantidad que pueda aún encerrar. En cuanto a la génesis del criadero y su clasificación, es inútil repetir aquí lo ya dicho sobre los demás descritos. Su relación íntima de identidad de origen, con los criaderos de hierro de la zona de Cabarga y Santa Marina, es bien manifiesta, pues la faja de dolomías en que arman se enlaza con las de aquella zona y estratigráfica y tectónicamente pertenecen al mismo flanco N. de un pliegue anticlinal bien marcado. Las mismas acciones mecánicas y genéticas han producido los distintos yacimientos, que sólo se diferencian por la proporción relativa del mineral predominante, unas veces el hierro y otras el cinc, en las primitivas disoluciones mineralizadas.

Criaderos de Rasines-Ramales.

En la proximidad del límite oriental de la provincia, las calizas del aptense adquieren una potencia considerable y presentan también algunos criaderos de minerales de cinc, aunque de reducida importancia. Se pueden citar los

situados cerca de Rasines, en el Ayuntamiento de este nombre, en el pueblo de Elguera, a unos tres kilómetros de la estación de Gibaja del ferrocarril a Bilbao, y también algunos situados en la proximidad de Ramales. Los primeros han sido trabajados algún tiempo, y su conocimiento es muy antiguo; pero por haberse agotado casi completamente o por dificultades de laboreo, actualmente están abandonados. Comprende unas 14 concesiones, con 130 hectáreas próximamente, pero la zona de los criaderos donde se ha explotado mineral comprende sólo el grupo llamado de Los Mártires, con las concesiones «Los Mártires», «Visitación», «Bienvenida» y «Antigua Constancia».

El criadero está, como siempre, localizado en las dolomías que forman la base de las calizas gargasianas, y está formado por varias grietas orientadas en general de O. a E., que cruzan las dolomías, rellenas unas veces de mineral (bienda con pirita) bastante pura, y otras de dolomías más o menos impregnadas. Está situado un poco al S. de Rasines, en el pueblo de Elguera, en la base de la vertiente NE. del Monte Cerreo, que desde encima del valle de Gibaja se prolonga al NE. con su imponente masa de calizas hasta el Pico de las Nieves, en la divisoria con el valle de Guriezo. El terreno está constituido por los estratos wealdenses y aptenses, estando próxima la mancha jurásica de Gibaja que en dirección al N. se prolonga hasta Rasines. Entre Elguera y las minas, sobre el afloramiento de las calizas margosas oscuras del liásico (tramo toarcense), inclinadas cerca de 80° al O. se ve una estrecha faja de areniscas y arcillas wealdenses que bordean la mancha liásica, y siguen después en dirección al SE. por el valle de Gibaja, hasta cerca de la garganta de Molinar, en dirección al N.; forman las areniscas y arcillas wealdenses todo el valle de Rasines hasta pasado Ampuero, y se extienden por Udalla en todo el curso del río Asón. Sobre el wealdense se apoya el aptense, que empieza por unas calizas margosas, con orbitolinas,

y después presenta un espesor de calizas dolomíticas de 80 a 100 metros de potencia en alternancia con bancos de calizas cristalinas, por encima se termina con un gran espesor de calizas blancas agrisadas con rudistos; el espesor total será de unos 300 metros. La dirección media de las capas cretáceas es de N. 60° O., y en conjunto presentan en el valle de Gibaja una disposición en pliegue anticlinal, cuyo eje coincide con la dirección del valle y del río Carranza, entre Molinar y Gibaja. A lo largo del cual se ven aflorar en Gibaja el liásico y el trias superior, formado por margas irisadas con yeso y piritas y una hilada de dolomías cavernosa; el liásico comprende calizas oscuras y margas del tramo toarcense, con *Hazpoceras toarcensis*, D'Orb. Por encima las areniscas wealdenses y las calizas gargasianas que forman las crestas y la garganta de Molinar de Carranza, cuyas capas inclinan de 20 a 30° hacia el NE. y hacia SO. en las dos laderas del valle y presentan también una cierta inclinación hacia el E. En toda esta zona la dirección de los pliegues del terreno se mantiene del NO. al SE. y con ella coinciden en parte la dirección de los valles y de los ríos (río Asón, de Arredondo a Ramales; río de Carranza, desde Carranza a Gibaja, etc.), y en dirección casi normal de S. a N. se presentan las fracturas o fallas principales (valles de Rasines, Udalla, Ampuero y Limpias); una de ellas corresponde al curso inferior del Asón, desde Gibaja hasta su desembocadura en la ría de Santoña. Correspondiendo con estas zonas de fractura la erosión ha hecho desaparecer los estratos del cretáceo medio y sólo se encuentran los wealdenses, con afloramientos del liásico y del trias con yesos y ofitas. Es también ésta una zona rota y fracturada por el plegamiento de la cordillera Cantábrica. El criadero de Rasines se encuentra situado, por tanto, en el flanco N. del pliegue anticlinal citado y en una zona de fracturas. Está formado por varias vetas o filoncillos (se cuentan unos cuatro), más o menos

mineralizados, que cortan los bancos de dolomías, en una dirección N. 60° O. a N. 70° O. Su longitud en dirección, según las pocas labores practicadas, es pequeña, unos 100 a 150 metros, aunque algunos afloramientos e indicaciones en la superficie parece indicar su prolongación, aun de un modo discontinuo; su inclinación es variable, presentándose a veces los lisos mineralizados con el buzamiento de los bancos dolomíticos 20 a 30° al NO., y otras veces cortándolos con mayor inclinación hasta de 40 a 45°. En profundidad, según los datos que proporcionan las labores antiguas y los planos de ellas, que se conservan, descienden poco, de 40 a 60 metros en la zona trabajada, y su potencia es muy variable, pero en general no excede de un metro. La mineralización ha estado formada por calaminas en los afloramientos, con bastante hierro, y por blendas en las partes inferiores, con bastante pirita de hierro y galena. La ganga es dolomítica y de aspecto calizo. Realmente, la metalización se presenta de un modo difuso, impregnando las dolomías por sus lisos de fracturas y de crucero, con ensanchamientos y estrechamientos alternados, tanto en dirección como en profundidad, pero en general la mineralización es poco abundante. Las menas acusan de 10 a 20 por 100 de blenda y exigen una preparación mecánica para obtener un mineral vendible. Se conserva en las escombreras algún mineral pobre que pudiera ser concentrado, resto de la antigua explotación, que debió alcanzar, hará de quince a veinte años, algunos miles de toneladas.

Actualmente los dueños de las minas «Complementaria» y «Antigua Constancia», que ocupan el nivel más inferior de todas las del grupo, han comenzado un trabajo de reconocimiento abriendo un socavón, casi al nivel del valle, que ha cortado uno de los filones o vetas mineralizadas en blenda, con cerca de un metro de potencia y de buen aspecto, con su caja en dolomia bien marcada, pero no se ha avanzado en dirección apenas. Un esquemático taller de

preparación (un molino de bolas y dos cribas mecánicas), movido por un motor Semi Diessel, se está instalando para ensayar la concentración del mineral.

Este criadero de Rasines ofrece las mismas características esenciales que los otros reseñados en el cretáceo de la provincia, siendo de igual origen y formación. La acción mineralizadora de las aguas termales fué indudablemente menos enérgica en esta zona oriental. Así lo prueban también las manifestaciones de minerales de cinc encontradas en término de Ramales, en el sitio de la Peña del Moro o Costal del Moro, donde existen algunas pequeñas bolsadas de calaminas, en las calizas dolomíticas del aptense, sobre las cuales se han demarcado algunas concesiones, como la «San Ignacio», «San Juan», «Elvira», «Eulalia», «La Inesperada», en alguna de las cuales se han practicado pequeñas labores de investigación. Las bolsadas y afloramientos se orientan también en la dirección NO. a SE., que tienen las calizas de la caja y tienen escaso desarrollo en dirección y en profundidad, no ofreciendo, a nuestro juicio, importancia industrial apreciable.

* * *

Como deducción del estudio de los criaderos de la provincia, cabe afirmar en orden a su probable origen:

1° Todos los criaderos están colocados a lo largo de grandes fracturas tectónicas originadas por el levantamiento de la cordillera Cantábrica, con excepción de los Picos de Europa, donde las fracturas iniciales debieron producirse en el período herciniano. Su formación ha sido una consecuencia del plegamiento de la cordillera y de los movimientos del período alpino. Por efecto de esas fracturas que señalan los pliegues anticlinales descritos, se produjeron grandes descensos de importantes segmentos de los terrenos que se observan en la vertiente N. de la cordillera, y muy especialmente en la zona inmediata a la costa, con una

anchura de 15 a 20 kilómetros; estos hundimientos debieron provocar sobre el magma interno flúido una comprensión que determinó el desplazamiento de partes del mismo hacia la superficie, por las fracturas producidas, como zonas de menor resistencia. Se concibe así la erupción a lo largo de los ejes de las fracturas y de los pliegues de las grandes masas de rocas ígneas (ofitas), que se ven en estas zonas fracturadas en relación indudable con los criaderos metálicos, puestas de manifiesto por la erosión unas veces; en otros sitios muy de presumir, aunque no hayan llegado a la superficie.

2.º Los elementos mineralizadores que forman el relleno de los criaderos, ya sean o no del tipo filoniano, deben proceder de estas masas magmáticas inyectadas en profundidad, separadas de ellas y transportadas por la acción disolvente de las aguas profundas, ya sean éstas procedentes de la superficie o ya, más seguramente, sean aguas magmáticas procedentes del mismo núcleo interno que en unión de los agentes mineralizadores han contribuido a la diferenciación y movilidad del agua y a la partida y movimiento ascensional de los minerales metálicos. Es cierto que las aguas superficiales descendentes, cuando alcanzan profundidades considerables y por tanto grandes temperaturas, pueden disolver los minerales de las rocas que atraviesan y al mezclarse con las aguas ascendentes reaccionar químicamente con ellas y producir la precipitación de los elementos disueltos; pero en este caso de los criaderos de Santander, dada la naturaleza de las rocas que forman la corteza visible, debió ser muy poco importante la mineralización de las aguas descendentes, y parece lógico atribuir a las aguas profundas magmáticas una acción preponderante en el aporte de los minerales. Estas aguas, cargadas de ácido carbónico, de gas sulfhídrico, de sulfuros y carbonatos alcalinos, bajo temperaturas y presión altísimas, disuelven los sulfuros de plomo, de hierro, de cinc y demás

metales asociados y se desplazan hacia la superficie siguiendo las fracturas de la litosfera hasta zonas más frías, donde disminuyendo la temperatura y la presión pueden depositar los minerales disueltos. Esta precipitación puede, pues, tener lugar en los mismos canales de circulación a profundidad considerable, o más cerca de la superficie, en las fracturas y grietas de las rocas, unas veces por el solo hecho de la disminución de la presión y de la temperatura, otras por la acción química de las aguas descendentes o de las rocas en contacto.

La asociación de minerales primarios que ha formado los criaderos de Santander está formada por los sulfuros de cinc, de plomo y de hierro, con cinabrio (en los Picos de Europa, principalmente) y algo de cobre y cadmio; la galena contiene plata, aunque en pequeñísima cantidad; las gangas, la calcita acompañada de cuarzo y a veces de baritina. Esta asociación de minerales y gangas es la comprobada en las venidas metalíferas del periodo alpino. Las dolomías, en que se presentan estos criaderos dentro del terreno cretáceo, en nuestra opinión, son un efecto de metamorfismo hidrotermal, es decir, han sido producidas por las mismas aguas magmáticas profundas que, bien por el ácido carbónico libre, disolviendo en parte el carbonato de cal de las calizas aptenses algo magnesianas desde luego, bien por aportación directa de bicarbonato o de sulfato de magnesia, han substituído parte del carbonato de cal de las calizas primitivas. Formadas primeramente las dolomías en el horizonte inferior de las calizas zoógenas aptenses por la acción de las aguas magmáticas que tuvieron acceso a ellas, impregnándolas en grandes extensiones por las grietas y canales o soplados, en comunicación con las grandes fracturas tectónicas, por estas mismas vías debieron llegar también las disoluciones de sulfuros para depositarse en las mismas dolomías. Realmente, la circulación hidrotermal ejercida en un lapso considerable de tiempo no

debió interrumpirse, variando únicamente la proporción relativa de los elementos disueltos en el tiempo y en el espacio, pues de los tres sulfuros, los predominantes, blenda y pirita, determinan, según la cantidad relativa en presencia, la formación de criaderos de cinc en la parte occidental de la provincia y la formación de criaderos de hierro (pirita, después transformada en hematites) en la parte central, con minerales de cinc subordinados. Es imposible, a nuestro juicio, separar, en cuanto a su origen, los criaderos de cinc y de hierro que arman en el mismo horizonte geológico del cretáceo de Santander y subordinados a los mismos accidentes tectónicos.

3.º La impregnación y difusión de las aguas magmáticas portadoras de los sulfuros primitivos a través de las dolomías aptenses, más porosas que las calizas margosas y arcillosas de los otros niveles del cretáceo, ha dado lugar, no sólo al depósito de los sulfuros, sino también a fenómenos de sustitución metasomática, originándose así la facies especial que presentan los criaderos de cinc del terreno cretáceo en forma de minerales de impregnación o de sustitución, aparentemente difíciles de clasificar a primera vista como criaderos de origen hidrotermal profundo. Las modificaciones producidas por la acción de las aguas meteóricas cargadas de oxígeno, de ácido carbónico, ácido sulfúrico, soluciones ferruginosas, etc., en su circulación descendente son fácilmente reconocibles en casi todos los criaderos de la provincia en los que la transformación, en las zonas de oxidación, de los sulfuros en carbonatos y en óxidos en general y la ordenación de los metales, según las series teóricas de Schürmann, aparece comprobada en todos ellos. En realidad, en ninguna de las explotaciones actuales se ha llegado a profundidades importantes por debajo del nivel hidrostático actual, y puede decirse que la zona profunda, inalterada, de los criaderos no ha sido más que parcialmente alcanzada.

4.º La mayor parte de los autores consideran que los depósitos filonianos de origen hidrotermal del grupo, galeña, pirita, blenda, se han formado en una zona relativamente próxima a la superficie, cuya profundidad puede oscilar entre 1.000 y 3.000 metros, según que las masas intrusivas ígneas, con las que se los supone relacionados, estén más o menos próximas a la superficie. Es difícil precisar esto en los criaderos de Santander, mas por algunos detalles, como estructura de ciertos rellenos, existencia de grandes geodas y huecos con cristalizaciones; puede deducirse que la profundidad de formación debió ser pequeña, acercándose más a la primera que a la segunda de las cifras citadas como límites. También es difícil señalar la magnitud de la erosión que se ha ejercido sobre los criaderos, no pudiendo evaluarse con exactitud el espesor de los tramos de terrenos desaparecidos; erosión, por otra parte, distinta de un lugar a otro. En los Picos de Europa puede asegurarse que ha desaparecido todo el hullero superior (uraliense) y parte de la caliza carbonífera, pero su espesor exacto no es posible calcularlo; en la región de La Florida y de Udías faltan los tramos cretáceos y nummulíticos, superiores al aptense, hasta el oligoceno inferior, que es el terreno más moderno (prescindiendo de los terrenos diluvial y aluvial) plegado por el levantamiento de la cordillera; el espesor puede estimarse entre 700 a 900 metros para el cretáceo y en 400 a 600 metros para el nummulítico (eoceno y oligoceno); en junto, de 1.100 a 1.500 metros, y, por tanto, parece que puede estimarse en una cifra próxima a los 1.500 metros el espesor de los terrenos que recubrían el aptense y que han desaparecido en la zona de los criaderos. En las zonas central y oriental de la provincia los espesores del cretáceo superior parecen algo mayores, pero no parece haber existido el nummulítico, y el espesor de recubrimiento sobre el aptense sería alrededor de 1.000 metros. Como, por otra parte, se observa que la erosión ha alcan-



zado al tramo mineralizado de las calizas aptenses, destruyendo las partes altas de los criaderos y originando la formación de criaderos secundarios, de edad cuaternaria, en las proximidades de los yacimientos primarios, según se comprueban en los de hierro de Sierra Cabarga y en los de cinc de Udías y La Florida, y aun en los Picos de Europa, bien puede aventurarse que, en total, la erosión ha hecho desaparecer un espesor de 1.000 a 1.500 metros de terrenos sobre la superficie actual. Lo cual, confirmando que los criaderos no debieron formarse a gran profundidad, indica también que habiendo desaparecido por erosión una parte de los mismos, la profundidad a que alcanzan bajo la actual superficie no puede ser muy grande, de 250 a 500 metros, cifras que deben estimarse como mera indicación teórica a falta de datos que permitan apoyarlas.

Santander, 25 de marzo de 1924.—El Ingeniero 1.º, *J. M. de Mazanara*.—Vº B.º: El Ingeniero Jefe, *Fernando Molina*.—El Auxiliar Facultativo, *G. Isaac Arias M.*



ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de septiembre de 1930

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	432.174
Antracita.....	1.390
TOTAL.....	433.564

Coque..... 11.605 toneladas.
Aglomerados..... 14.319 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.982

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	1.756
Lignito.....	11.492
TOTAL.....	13.248

Producción de coque: » toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	35.485

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	20.114
Antracita.....	12.927
TOTAL.....	33.041

Briquetas..... 5.395 toneladas.
Coque..... 3.550 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	858

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	62.953
Antracita.....	23.268 (1)
TOTAL.....	86.221

Aglomerados..... 18.915 toneladas.
Coque..... 1.213 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	17.703
Antracita.....	13.948
TOTAL.....	31.651

Aglomerados..... 10.237 toneladas.
Coque..... » —

(1) Cifras provisionales.

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	1.946
Coque de gas.....	360 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	15.000
Aglomerados de hulla....	9.055 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	8.307

Valencia

Coque metalúrgico.....	7.503 toneladas.
------------------------	------------------

Valladolid

Aglomerados de hulla.....	328 toneladas.
---------------------------	----------------

Vizcaya

Coque.....	17.988 toneladas.
Aglomerados.....	4.202 —

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	»
Lignito.....	3.088
TOTAL.....	3.088

Aglomerados..... » toneladas.
Coque de gas..... 562 —

Producción de combustibles durante los meses de enero a septiembre de 1930

	Meses anteriores	Septiembre	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	402.666	51.533 (1)	454.199 (1)
Hulla.....	4.347.534	585.185	4.932.719
Lignito.....	253.663	28.673	282.336
TOTAL.....	5.003.863	665.391	5.669.254
Coque metalúrgico.....	445.809	42.781	488.590
Aglomerados.....	452.966	62.451	515.417

Producción nacional de aceites combustibles (2)

Meses de enero a septiembre de 1930:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Septiembre	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero) ..	2.424.543	204.536	2.629.079
Benzol 50 por 100 (medio)...	142.736	15.029	157.765
Solvent-nafta (pesado)....	445.278	41.391	486.669
Otros tipos.....	382.217	27.560	409.777
TOTAL.....	3.394.774	288.516	3.683.290
Aceites crudos (alquitranes)	22.931.965	2.229.674	25.161.639

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	3.838.363	497.159	4.335.522
Gasolinas y similares.....	375.842	44.454	420.296

(1) Cifras provisionales.

(2) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de septiembre de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería.....	53.884
Badajoz.....	3.901
Coruña (Galicia).....	25.915
Granada-Málaga.....	33.924
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	2.942
Huelva.....	21.155
Jaén.....	883
Murcia.....	7.373
Oviedo.....	6.685
Santander.....	45.677
Sevilla.....	9.506
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	47.537
Vizcaya.....	181.109
Zaragoza.....	4.087
TOTAL.....	444.578
Meses anteriores.....	3.721.179
TOTAL A LA FECHA.....	4.165.757

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	,	42	,	,	,
Coruña.....	,	,	350.000	,	,
Guipúzcoa.....	282	2.613	,	,	,
Oviedo.....	8.502	11.675	,	,	,
Santander.....	4.404	3.455	,	,	,
Sevilla.....	,	,	,	,	,
Valencia.....	,	9.897	,	,	,
Vizcaya.....	22.844	35.091	,	,	,
TOTAL... ..	36.032	62.773	350.000	,	,
Meses anteriores	442.493	615.171	3.755.300	,	,
T. A LA FECHA.	478.525	677.944	4.105.300	,	,

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	,	,
Badajoz.....	,	,
Barcelona-Lérida.....	702	,
Ciudad Real.....	700	,
Córdoba.....	90	206
Guipúzcoa.....	593	,
Murcia.....	5.282	,
Oviedo.....	,	690
Santander.....	1.896	,
TOTAL.....	9.263	896
Meses anteriores.....	87.488	7.082
TOTAL A LA FECHA.....	96.751	7.978

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL Toneladas	METAL			
		Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	,	,	,	693.968	,
Huelva....	349.285	1.138.117	,	,	,
Murcia....	,	,	,	,	,
Oviedo....	,	,	63.530	39.560	,
Sevilla....	327	,	,	,	22.000
TOTAL..	249.622	1.138.117	63.530	733.528	22.000
Meses anteriores	2.462.491	10.450.510	488.220	4.085.005	1.584.192
T. FECHA.	2.812.113	11.588.627	551.750	4.818.533	1.606.192

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva.....	826
Oviedo.....	125
TOTAL.....	951
Meses anteriores.....	11.444
TOTAL A LA FECHA.....	12.395

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	<i>Toneladas</i>	<i>Toneladas</i>
Almería.....	25	»
Badajoz.....	209	»
Barcelona-Tarragona-Gerona...	398	134
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	939	»
Córdoba.....	2.285	3.751
Granada-Málaga.....	98	650
Guipúzcoa.....	80	»
Jaén.....	6.473	1.245
Murcia.....	1.166	4.487
Santander.....	84	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL.....	11.757	10.267
Meses anteriores.....	92.716	88.497
TOTAL A LA FECHA.....	104.473	98.764

SECCIÓN OFICIAL

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de octubre de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Camaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de octubre de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Álava.....	Zuya.....	Santa Cecilia.....	Hierro.....	53	D. Marcelino Oreja y Elósegui.
Albacete...	Elche de la Sierra....	San Joaquín.....	Trípoli....	61	» Jorge Portela de la Llera.
Almería....	Gádor.....	Demasia a Peñafiel...	Azufre....	5,8668	Sdad. Minera Tigón, S. A.
Idem.....	Idem.....	2.º Roma.....	Idem.....	70	D. José Ortega Torre.
Idem.....	Alcóntar.....	Buena Fe y Constancia.	Hierro.....	194	» Manuel Córdoba Membrive
Idem.....	Cuevas.....	Rosa.....	Idem.....	5	» Ginés Haro y Haro.
Idem.....	Idem.....	España.....	Idem.....	5	Idem.
Idem.....	Idem.....	Francia.....	Idem.....	6	Idem.
Idem.....	Idem.....	Buena Idea.....	Idem.....	5	Idem.
Idem.....	Idem.....	Portugal.....	Idem.....	4	Idem.
Idem.....	Idem.....	Neptuno.....	Idem.....	6	Idem.
Idem.....	Idem.....	Ausencia.....	Idem.....	20	Idem.
Idem.....	Idem.....	Gata Negra.....	Idem.....	19	Idem.
Idem.....	Idem.....	Febrero.....	Idem.....	5	Idem.
Idem.....	Idem.....	Junio.....	Idem.....	13	Idem.
Idem.....	Idem.....	Maura.....	Idem.....	6	Idem.
Idem.....	Idem.....	Suposición.....	Idem.....	13	Idem.
Idem.....	Instinción.....	La Esperanza.....	Idem.....	20	D. César Alcaraz y Alcaraz.
Idem.....	Idem.....	Andalucía.....	Idem.....	37	D. Vicente Batllés Córdoba.
Idem.....	Paterna.....	Castrovido.....	Idem.....	22	» Eugenio de Bustos González.
Idem.....	Níjar.....	Vizcaya.....	Indeterminado.	30	» Vicente Batllés Córdoba.
Idem.....	Idem.....	Castilla.....	Idem.....	28	Idem.
Idem.....	Idem.....	Saturday.....	Oro.....	39	Idem.
Idem.....	Idem.....	Dem.ª a San Esteban..	Idem.....	2,30	D. Adolfo Viciano Viciano.
Idem.....	Adra.....	Jaime.....	Plomo.....	25	» Francisco Cañada Moncada
Idem.....	Cuevas.....	Perpetuo Socorro.....	Idem.....	4	» Francisco Collado Ruiz.
Idem.....	Idem.....	N.ª S.ª de las Angustias.	Idem.....	8	Idem.
Idem.....	Idem.....	S. Joaquín.....	Idem.....	6	Idem.
Idem.....	Fondón.....	República.....	Idem.....	22	G. Eugenio de Bustos González.
Ciudad Real	Calzada de Calatrava..	Sta. María.....	Idem.....	26	» Rafael Dobois Soriano.
Idem.....	Idem.....	Sta. Otilia.....	Idem.....	29	Idem.
Idem.....	Mestanza.....	Ontanillas.....	Idem.....	29	Cía. Minera Bético-Manchega
Idem.....	Idem.....	Belesar.....	Idem.....	90	Idem.
Idem.....	Solana del Pino.....	El Manzano 2.º.....	Idem.....	60	Idem.
Idem.....	Idem.....	Paquita.....	Idem.....	21	D. Casto Sánchez Duque.
Coruña.....	Boiro.....	Suma y Sigue.....	Estaño....	36	Sociedad Estañifera de Arosa, S. A.
Idem.....	Idem.....	Por si acaso.....	Idem.....	30	Idem.
Córdoba....	Añora.....	N.ª S.ª de las Blancas..	Bismuto... 18	D. Francisco Herruzo Pérez.	
Idem.....	Idem.....	San Fernando.....	Idem..... 20	» Fernando Ranchal Llezgo.	
Idem.....	Idem.....	Dem.ª a Santa Isabel..	Idem..... 1,80	» Francisco Herruzo Pérez.	
Idem.....	Idem.....	Carmela.....	Idem..... 20	» José Madueño Serrano.	
Idem.....	Conquista.....	Sta. Luisa.....	Idem..... 6	» Gabriel Pala Ayala.	
Idem.....	Montoro.....	La Constancia.....	Idem..... 50	» Miguel Juncal García.	
Idem.....	Idem.....	María Juana.....	Idem..... 19,2143	Idem.	
Idem.....	Idem.....	Ampl.ª a María Juana.	Idem..... 12,2966	Idem.	
Idem.....	Pozoblanco.....	S. Francisco.....	Idem..... 18	D. Francisco Herruzo Pérez.	
Idem.....	Idem.....	Complemento.....	Idem..... 9	» Baltasar García Verdejo.	
Idem.....	Idem.....	Yo he descubierto la Loma	Idem..... 30	» José Madueño Serrano.	
Idem.....	Idem.....	Mina S. Hermenegildo.	Idem..... 36	» Francisco Torralbo Muñoz.	
Idem.....	Idem.....	Dolita 2.ª.....	Idem..... 18	» Juan Alcántara San Pelayo	
Idem.....	Idem.....	Mi niña e Inés M.ª.....	Idem..... 24	» José Madueño Serrano.	
Idem.....	Idem.....	La Alegría de la Loma.	Idem..... 8	» Ignacio García Tamayo.	

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Córdoba	Pozoblanco	Gloria	Bismuto	19	D. Francisco Torralbo Muñoz.
Idem	Torrecampo	S. Gabriel Arcángel	Idem	20	» Gabriel Pala Ayala.
Idem	Villanueva de Córdoba	Libertito	Idem	10	» Zacarías Muñoz Fernández
Idem	Idem	Irenita	Idem	100	» Baltasar García Verdejo.
Idem	Idem	Miguelito	Idem	37	Idem.
Idem	Montoro	Sta. Julia	Cobre	20	D. Manuel Juncal García.
Idem	Villanueva de Córdoba	Almagrera	Idem	45	» José Llinares Llinares.
Idem	Idem	Inés	Idem	40	» Narciso Dueñas Pedregosa
Idem	Hornachuelos	Consuelo	Hierro	20	» Enrique José Poole y Gallego.
Idem	Villaviciosa y Espiel	Esmeralda	Idem	40	» Luis Carbonell Trillo-Figueroa.
Idem	Ovejo	Dem. ^a a Lozanito	Hulla	3,6275	Cía. Minera Bético-Manchega
Idem	Alcaracejos	Idem a Palomera	Plomo	4,1540	Idem.
Idem	Fuenteovejuna	La Porra	Idem	18	D. Guillermo Wilckeus Méndez.
Idem	Idem	Otilia	Idem	21	Idem.
Idem	Idem	Dem. ^a a Santa Ana	Idem	2,744	Idem.
Idem	Idem	Idem a Navalvillar Norte	Idem	0,33199	Cía. Minera Bético-Manchega
Idem	Idem	Idem Ampliación a Navalvillar	Idem	3,9571	Idem.
Idem	Idem	Idem a Mitry	Idem	1,4487	Idem.
Idem	Idem	2. ^a a Navalvillar	Idem	10	Idem.
Idem	Montoro	El Abuelo	Idem	12	D. Francisco Muñoz Aranda.
Idem	Idem	Los Huérfanos	Idem	12	Idem.
Idem	Idem	San Pablo	Idem	36	D. Miguel Juncal García.
Idem	Villanueva del Duque	Dem. ^a a Enriqueta 7. ^a	Idem	7,43975	Cía. Minera Bético-Manchega
Idem	Idem	Idem a Campillos	Idem	7,9980	Idem.
Granada	Cástaras	Antolín	Cinabrio	137	D. Rafael Casado Torreblanca.
Idem	Idem	El Camelo	Idem	38	Idem.
Idem	Tímar, Juviles y Cádiar	San Pedro	Idem	92	Idem.
Idem	Torviscón	Fernandina	Cobre	20	D. Juan Moreno Salar.
Idem	Loja	Ampliación a Pepito	Hierro	9	Sdad. Oxidos Rojos de Málaga.
Idem	Idem	Idem a la mina Constitución	Idem	20	Idem.
Idem	Idem	2. ^a Ampl. ^o a la Constitución	Idem	36	Idem.
Idem	Idem	Idem a la Constitución	Idem	21	Idem.
				20	» José Moral Ferrández.
Huelva	Calañas	Solana	Cobre	16	The United Alkali Company.
Idem	Idem	Demasia a Solana	Idem	5,3432	Idem.
Idem	Castaño	San Leonardo	Pirita de hierro	6	D. Leonardo González Martín
Idem	La Palma	Minas de la Corte	Idem	6	» Miguel Pichardo López.
Idem	Nerva, Campofrío y La Granada	Dem. ^a a la Peña	Idem	6,8294	The Peña Copper Mines Ltd.
Idem	Valverde del Camino	Abandonada	Idem	11	D. Melchor Salaya Herranz.
Idem	Zalamea la Real	Repetida	Idem	6	» Sebastián Sánchez Hidalgo
Idem	Idem	Aurora	Idem	4	» Antonio Pérez y Pérez.
León	Burón	No la vieron	Antimonio	5	» Alberto Gómez Piñán.
Idem	Zalamón	Esperanza	Cobre	15	» Félix Castro González.
Idem	Páramo del Sil	Dem. ^a Domingo	Hulla	10,5214	» Eugenio Modroño Alonso.
Idem	Sabero	Krone	Idem	20	» Victorino Zamorro Merino.
Idem	Valderrueda	Dorotea	Idem	48	Cecil A Burne.
Idem	Idem	Juanita	Idem	12	D. Juan Rayero Rodríguez.
Idem	Idem	Ampliación a Providencia 2. ^a	Idem	50	Cecil A Burne.
Idem	Idem	Idem	Idem	28	Idem.
Madrid	Valdemorillo y Navalagamella	Los Barrancos 2. ^a	Hierro	234	D. Gregorio Estrada Acedo.
Salamanca	Espeja	Ambrosio	Al. ^o estannífero	311	Sdad. Anónima Río Tajo.
Idem	Idem	Nicolás	Idem	420	Idem.
Idem	Idem	Eugenio	Idem	510	Idem.
Idem	Idem	Andrés	Idem	385	Idem.
Idem	Idem	Emilio	Idem	120	Idem.
Idem	Fuentes de Oñoro y Espeja	José	Idem	229	Idem.
Idem	Fuentes de Oñoro	Luis	Idem	456	Idem.
Idem	La Alamedilla	Fausto	Idem	115	Idem.
Idem	El Payo	Número Uno	Estaño	48	D. Enrique Centeno Alonso.
Vizcaya	San Julián de Musques	Teresita	Hierro	8	» Jaime de Orrue Olavarria.
Idem	Ajúnguiz	Justa	Caolín	43	» Julio Arribas Olmos.

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación mensual del catastro minero de las provincias de Álava, Albacete, Almería, Ciudad Real, Coruña, Córdoba, Granada, Huelva, León, Madrid, Salamanca y Vizcaya.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden restableciendo el derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Santander. ("Gaceta" del 12.)

Núm. 214.

Ilmo. Sr.: Realizadas las investigaciones petrolíferas por sondeos que el Estado se proponía ejecutar en la región costera de la provincia de Santander, dentro de la zona que previamente se había reservado, y no existiendo razones, en vista de los resultados obtenidos con aquéllas, que aconsejen la continuación de tal reserva,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer se restablezca el derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Santander, en que se hallaba suspendido por el plazo de dos años por virtud de la Real orden de 23 de octubre de 1926 (*Gaceta* del 29 del mismo mes), siendo prorrogado este plazo por otro igual por la Real orden de 15 de octubre de 1928 (*Gaceta* del 19 del mismo mes)

Lo que de Real orden comunico a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 10 de octubre de 1930.—P. D., *José de Luna.*

Sr. Director general de Minas y Combustibles.

Real orden núm. 217 que concede autorización a D. José Molina Carranza para instalar en Jaén una fábrica de mosaicos con una prensa de turba. ("Gaceta" del 15.)

Real orden núm. 218 que concede autorización a D. Antonio Martínez Martínez para ampliar su fábrica de mosaicos, establecida en Jaén, en la carretera de Fuerte del Rey, con una prensa de dos plazas, y para fabricar tubos de cemento de todos diámetros y piedra artificial en general. ("Gaceta" del 15.)

Administración Central.—Dirección general de Minas y Combustibles.

Disponiendo que los importadores de hulla inglesa pueden presentar instancia declarando la cantidad de dicho producto y de carbón nacional remitido desde el 6 de noviembre de 1929 al 5 del mismo mes del corriente año. ("Gaceta" del 30.)

Real orden disponiendo que para la venta del plomo en barra y elaborado rijan, durante el mes de noviembre, los precios vigentes en el mes de octubre, y que para la compra del plomo viejo sean los que se indican. ("Gaceta" del 31.)

Núm. 224.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el próximo mes de noviembre rijan para la venta del plomo en barra y elaborado los mismos precios vigentes en el mes de octubre actual, o sean los establecidos por Real orden de 29 de junio último (*Gaceta* del 31), y que para

la compra del plomo viejo efectuada por dicho Consorcio rijan los siguientes precios:

Clase A, 610 pesetas por tonelada.

Clase B, 580.

Clase C, 460.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 30 de octubre de 1930.—P. D., *José de Luna*.

Sr. Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

Páginas

<i>Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander. (Criaderos de cinc.) (Conclusión.)</i>	711
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ESTADÍSTICA:

Avance de la producción de combustibles durante el mes de septiembre de 1930	736
Producción de combustibles durante los meses de enero a septiembre de 1930.....	739
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a septiembre de 1930	739
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de septiembre de 1930	740

SECCIÓN OFICIAL:

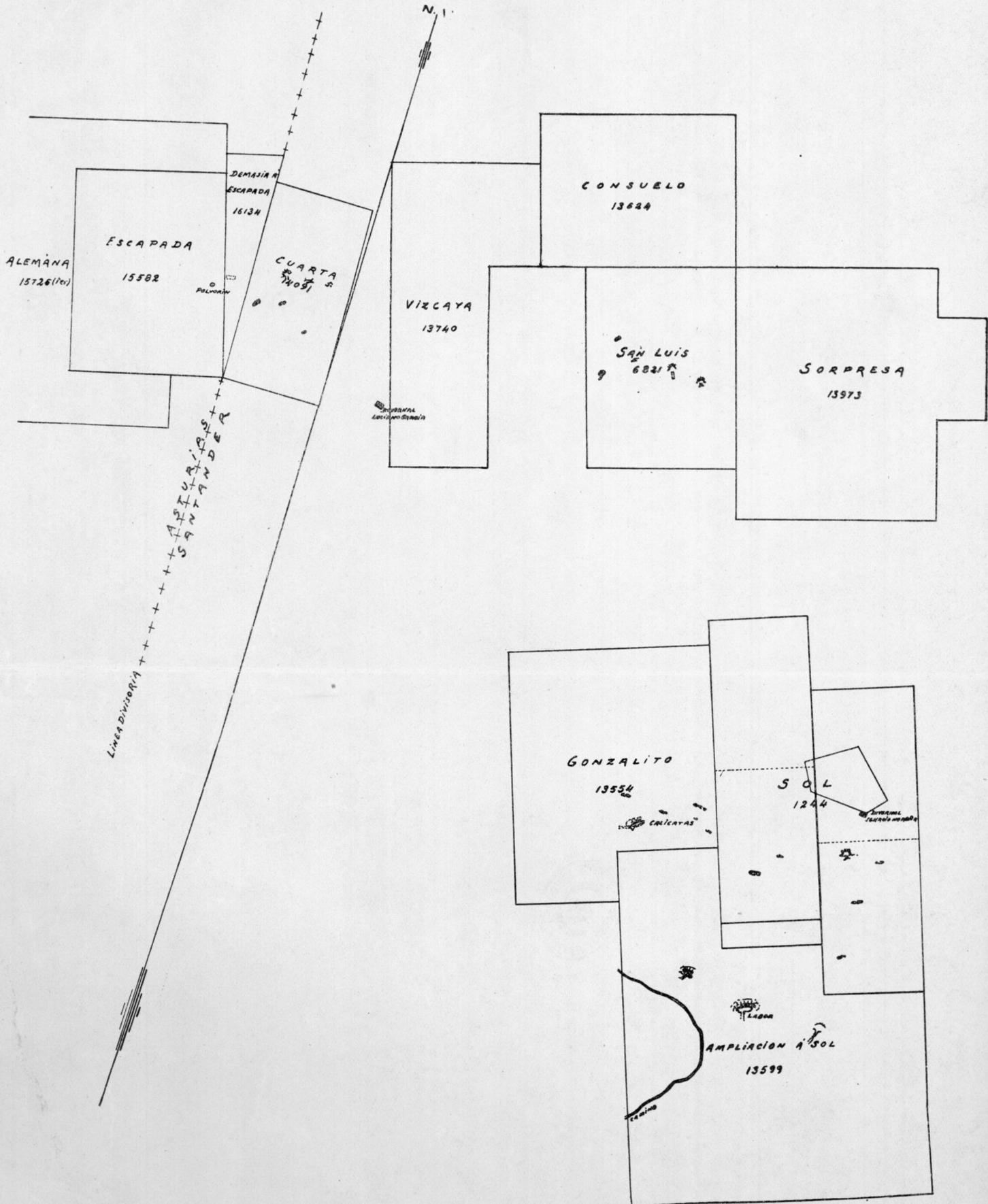
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de octubre de 1930.....	744
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

LEGISLACIÓN:

Ministerio de Fomento. – Real orden restableciendo el derecho público de registro de minas en la zona de la provincia de Santander.....	749
Real orden que concede autorización a D. José Molina Carranza para instalar en Jaén una fábrica de mosaicos con una prensa de turba.....	750
Real orden que concede autorización a D. Antonio Martínez Martínez para ampliar su fábrica de mosaicos, establecida en Jaén, en la carretera de Fuerte del Rey, con una prensa de dos plazas, y para fabricar tubos de cemento de todos diámetros y piedra artificial en general.....	750

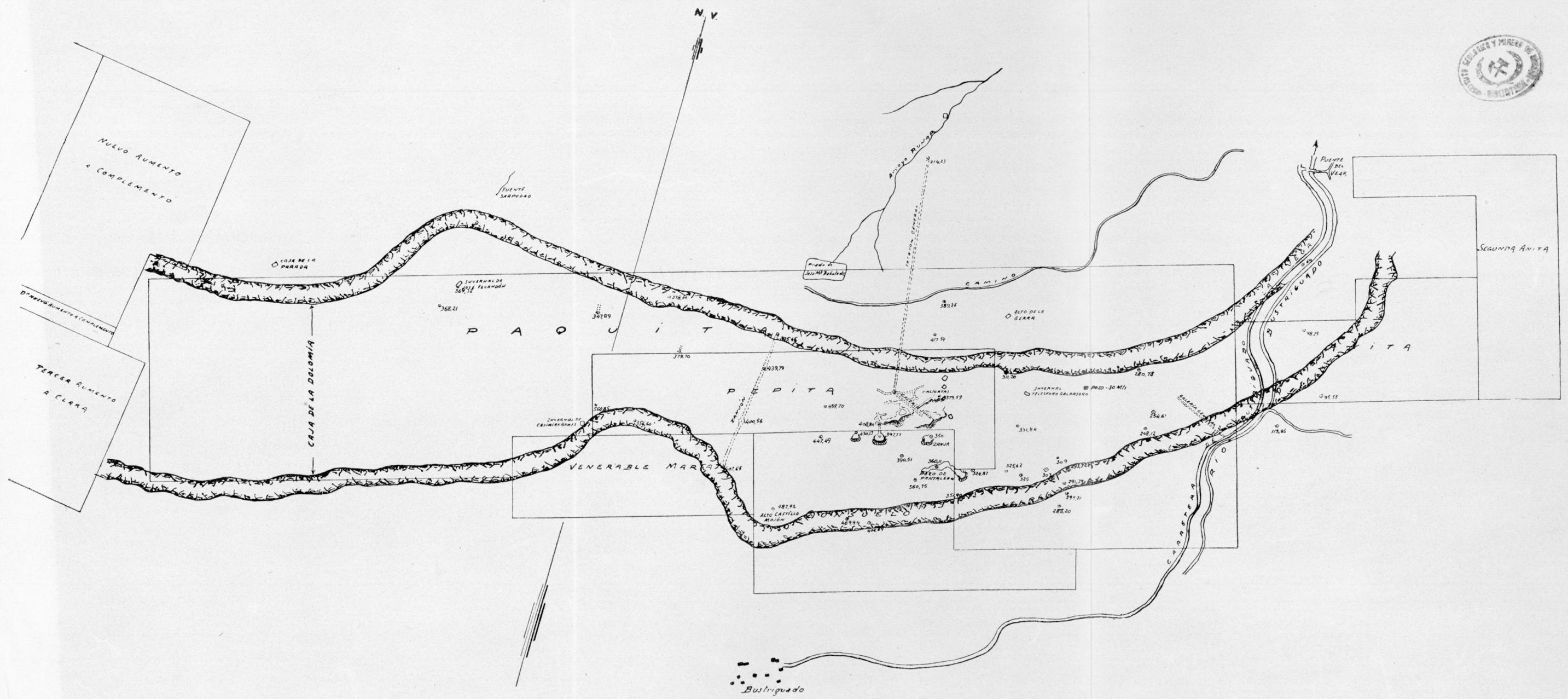
Administración Central.—Dirección general de Minas y Combustibles.—Disponiendo que los importadores de hulla inglesa pueden presentar instancia declarando la cantidad de dicho producto y de carbón nacional remitido desde el 6 de noviembre de 1929 al 5 del mismo mes del corriente año.....	750
Real orden disponiendo que para la venta del plomo en barra y elaborado rijan, durante el mes de noviembre, los precios vigentes en el mes de octubre, y que para la compra del plomo viejo sean los que se indican.....	750

Plano de concesiones de SOL NUEVO y CABANZON

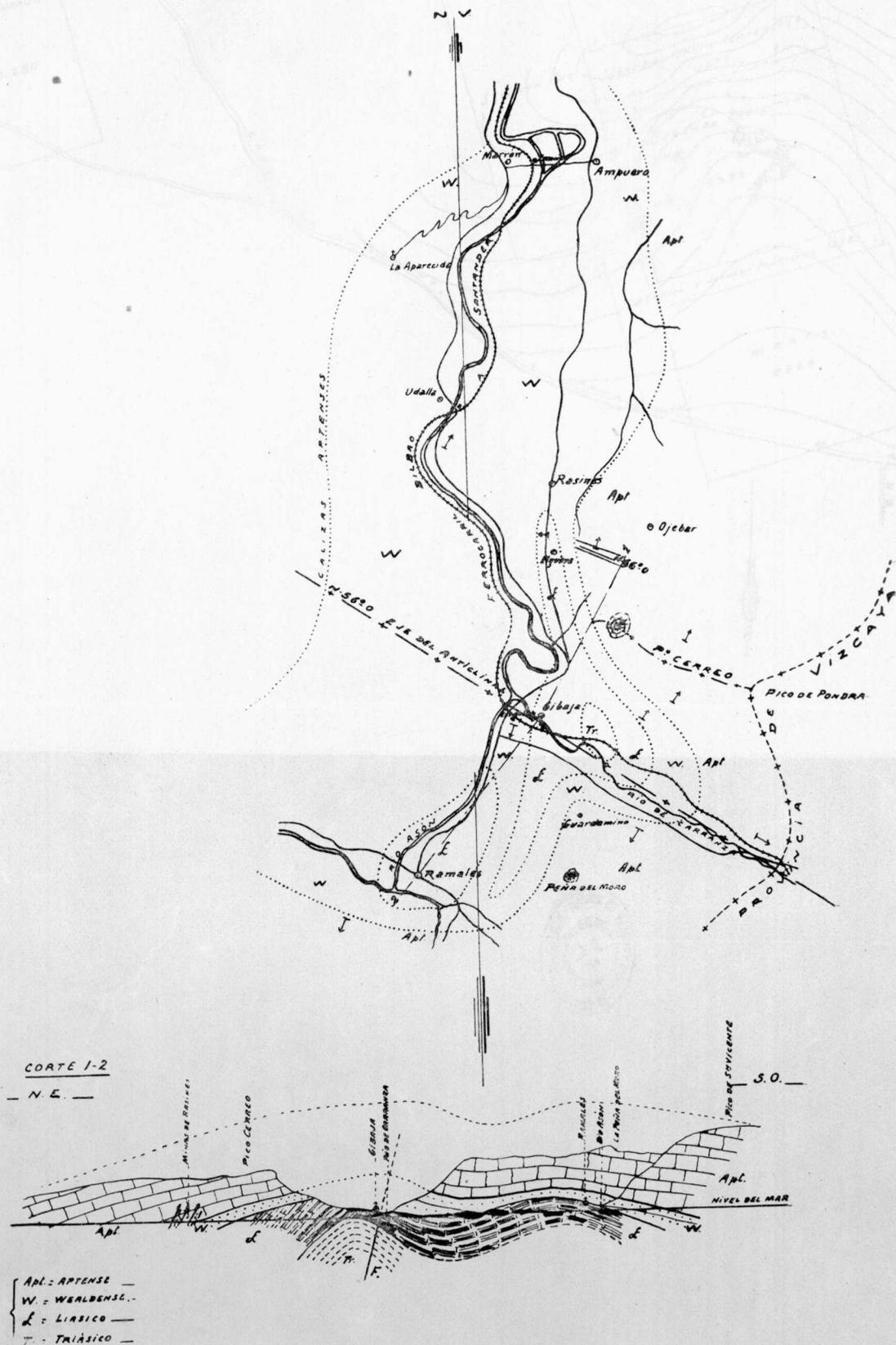


Plano de concesiones y labores del grupo minero de CUÉVANOS. (Valdáliga-Roiz.)

734

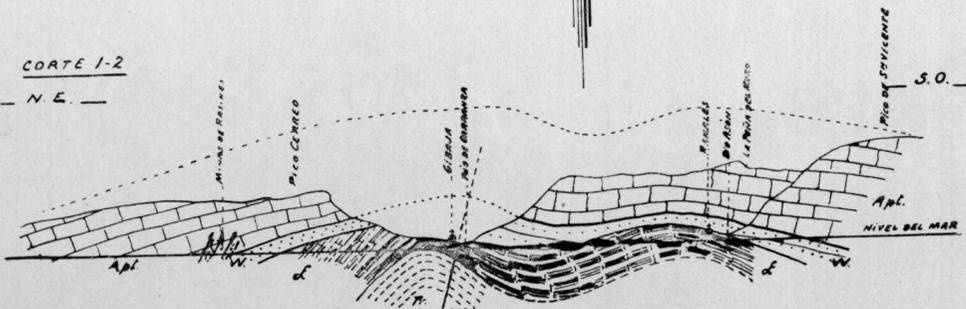


Croquis geológico de las zonas de RASINES y RAMALES



CORTE 1-2

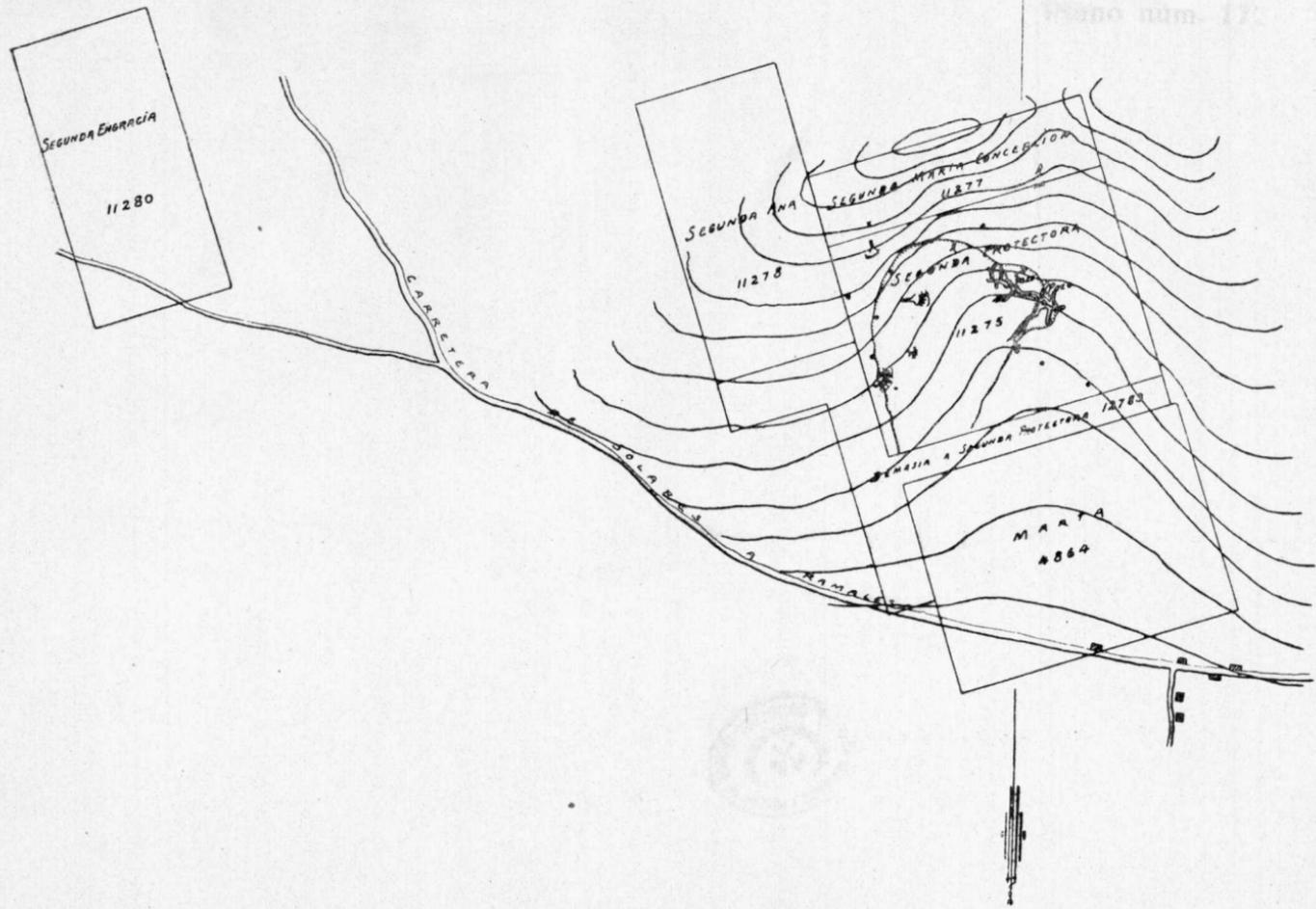
N. E.



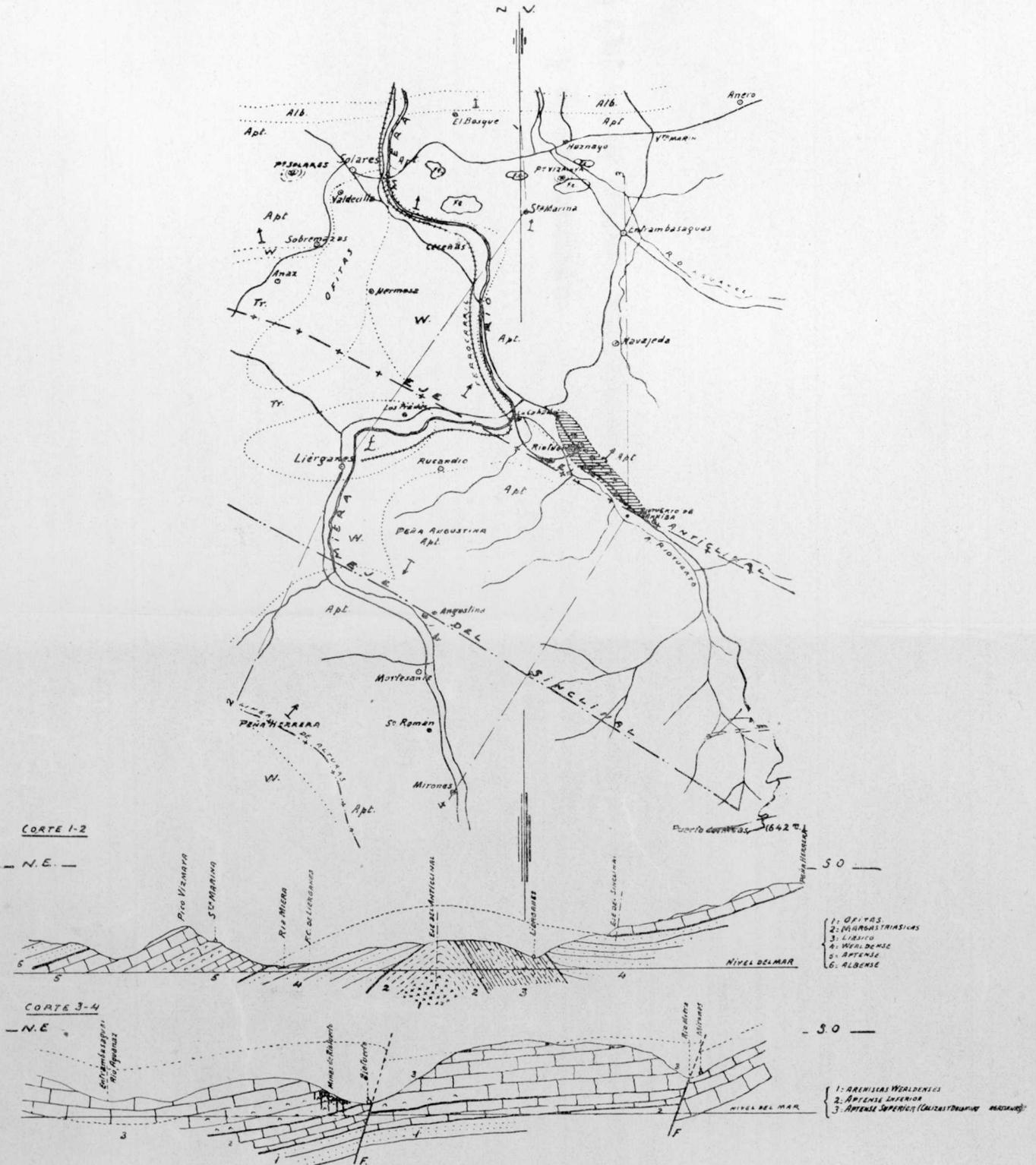
- Apt. - ARTENSE -
- W - WEALDENSE -
- L - LIÁSICO -
- Tr. - TRIÁSICO -

RIOTUERTO

Plano num. 172



Croquis geológico de la zona de RIOTUERTO



**Boletín Oficial de Minas, Metalurgia
y Combustibles**



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

AGUAS MINEROMEDICINALES DE LA PROVINCIA DE SANTANDER

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. J. M. DE MAZARRASA

El uso de las aguas minerales como medio terapéutico o simplemente higiénico se remonta indudablemente a los tiempos históricos más remotos, y así es lógico, y resulta comprobado, que las abundantes y numerosas fuentes minerales de la provincia de Santander fuesen conocidas y usadas como tales por sus más antiguos habitantes. Recuerdos y tradiciones del primitivo culto a las divinidades de las fuentes se encuentran en inscripciones diversas, pero ningún documento de ese culto tiene tanta importancia artística y arqueológica, dice Menéndez Pelayo en su *Historia de los Heterodoxos Españoles*, «como el famoso plato de Otañes» descubierto a fines del siglo XVIII en las cercanías de Castro-Urdiales. Esta magnífica patera votiva de plata ha sido ampliamente estudiada, especialmente por Hübner y Mélida, que la describen en los términos siguientes:

«Trátase del culto local prestado a unas aguas minerales, probablemente las de Umeri. La inscripción en letras

doradas que corre por junto al borde del plato indica cuál es la Ninfa aquí representada: *Salus Umeritana*. Hállase la deidad en la postura peculiar a las diosas de las aguas: con la diestra sostiene una rama, con la izquierda sujeta una urna, de la cual sale el agua salutífera, que baja en abundoso torrente por entre peñas, yendo a depositarse en una especie de estanque formado por piedras brutas. A cada lado de la figura se ven sendos árboles, indicio de que el lugar era un monte. A la derecha, un pastor hace a la Ninfa una ofrenda de frutos en un ara cuadrada. A la izquierda, un sacerdote vierte de una copa un líquido sobre un ara redonda, de la que se levanta la llama del fuego sagrado. Debajo de la figura del pastor se ve, en un sillón de enfermo, un anciano tomando con la diestra una copa del agua medicinal, que le presenta un esclavo, y teniendo en la izquierda un pedazo de pan, complemento de la bebida. En el centro, junto al estanque, un muchacho llena con una copa una ánfora que tiene metida dentro de una especie de cañón, que pudiera ser un conducto en comunicación con el estanque para recoger el agua que en el trasiego se derramase. Por último, en relación, sin duda, con esta figura, se ve en la parte inferior un curioso grupo formado por otro muchacho que vierte el agua de una ánfora en un tonel montado en un carro de cuatro ruedas, tirado por dos mulas uncidas al yugo. Esto indica que el agua del precioso manantial era transportada, a fin de que su virtud curativa fuese conocida lejos del lugar de su origen, como sucede hoy con las aguas medicinales, y sucedió repetidas veces en la antigüedad, según atestiguan muchos monumentos.»

«Además de la inscripción *Salus Umeritana* lleva el plato el nombre de L. P. Corneliano, que sería probablemente el enfermo que ofreció este ex voto a la diosa de aquellas aguas. No es posible determinar si esta joya pertenece al siglo I o a la primera mitad del II, pero es

indudablemente de buena época y escuela. El Sr. Mérida encarece la corrección del dibujo, el modelado excelente en algunos trozos y, sobre todo, el acierto y sobriedad con que el desconocido artista supo caracterizar los tipos y sus detalles, con ser tantos y tan diversos, y le califica, en suma, de obra de arte exquisita.»

Si no de tan remota antigüedad, otros manantiales de la región cantábrica son conocidos desde larga fecha, y siendo Santander una de las comarcas más favorecidas por la Naturaleza por la abundancia y calidad de sus aguas minerales, es natural que su fama se haya extendido por toda la Península y que sea considerable su uso en baños y en bebidas, por lo que la catalogación y el estudio geológico minero de las mismas es de real importancia, no sólo por lo que a la salud pública se refiere, por la pureza y condiciones técnicas requeridas para el captado y uso de las aguas, sino también por lo que representa de riqueza pública su explotación y la exportación de millones de litros que de ellas se hace, cuya explotación, de pingües beneficios, bien merece ser protegida y vigilada por el Estado, tanto desde el punto de vista puramente sanitario o higiénico como desde el exclusivamente geológico y minero.

La relación íntima que guardan las aguas subterráneas con la composición y estructura de los terrenos por donde circulan se pone bien de manifiesto en las condiciones de mineralización y composición química que ofrecen los manantiales mineromedicinales, demostrando la dependencia completa entre su naturaleza y la estratigrafía de los diversos terrenos. Al mismo tiempo la tectónica de éstos influye tan profundamente en la circulación y distribución de los manantiales, que un estudio hidrológico completo de una región no puede basarse más que en el conocimiento geológico, estratigráfico y tectónico del país. Un rápido examen del mapa geológico de la provincia hace ver desde luego los más importantes manantiales de aguas termales

dispuestos a lo largo de líneas tectónicas principales, características de la estructura de los terrenos sedimentarios que la integran, cuya disposición hizo notar el Sr. Sánchez Lozano en un estudio titulado «La tectónica general en sus relaciones con las aguas mineromedicinales», y del cual vamos a transcribir lo que a Santander se refiere:

«Se observará, fijándose atentamente en la situación relativa de los manantiales termominerales, que, en repetidos casos, pueden agruparse según ciertas líneas que corresponden a los grandes accidentes geológicos producidos en época relativamente moderna, accidentes que, por lo general, se acusan en el mapa por su forma estrecha y alargada de los terrenos geológicos, principalmente los secundarios y terciarios, y también en ocasiones por la presencia de rocas eruptivas modernas.

»Como primer ejemplo de esto presenta en la provincia la línea de fractura que, en dirección O. 5° S. cruza paralelamente a la costa cantábrica en unos 80 kilómetros, desde el término de Hermosa hasta el límite de Asturias, pasando por Tresviso en los Picos de Europa e internándose después en la de Oviedo, línea acusada en el mapa geológico por una estrecha faja de terreno triásico. Forma esta faja una cordillera cortada en profundas hoces por los ríos Pas, Besaya, Saja, Nansa y Deva; en su parte oriental es donde las areniscas triásicas alcanzan mayor altitud, en un monte denominado Dobra, donde con toda claridad puede apreciarse, merced a los trabajos hechos para el arreglo del establecimiento balneario de Las Caldas, que las aguas termales nacen en el contacto de la caliza carbonífera con las arcillas y areniscas rojas triásicas dentro de un grueso filón relleno de caliza espática en grandes romboides, que separa las dos formaciones geológicas. El carácter filoniano de esta línea de fractura se manifiesta igualmente en Puenteviego, en cuya localidad se presentan hermosos ejemplares de piromorfita o plomo verde, producto segura-

mente de la alteración de la galena. La existencia de estos minerales de origen filoniano viene a comprobar la persistencia de la circulación hidrotérmica a lo largo de la fractura en épocas geológicas antiguas, como testimonio de la continuación del mismo fenómeno al través de diferentes períodos geológicos.

»Por otra parte, por la simple observación del filón en la superficie puede también comprobarse el descenso sucesivo de los caños de salida de las aguas termales con el transcurso del tiempo, descenso relacionado, sin duda alguna, con el derrubio y excavación de los valles respectivos.

»Todas las aguas termales que brotan a lo largo de la falla de que se trata son clorurado sódicas, y su mineralización procede esencialmente de las sales solubles contenidas en las capas del keuper, observándose que allí donde se ha comprobado, merced a trabajos de sondeo, que los estratos triásicos son muy salíferos, es decir, hacia la región de Las Caldas de Besaya, es donde los manantiales termales, con temperaturas de 35 a 37°, se presentan más mineralizados, llegando a tener hasta cerca de tres gramos de cloruro de sodio por litro, mientras que los de Puenteviego, que manan también a 35°, sólo tienen ocho decigramos, y los de La Hermida, donde el terreno triásico es de muy poca amplitud, y que manan a 62,5° escasamente, alcanzan a cinco decigramos.

»Atendiendo a que los tres yacimientos termales nacen en la caliza carbonífera con caudales abundantes de 944 litros por segundo en Puenteviego, 960 en Las Caldas y 7.000 en La Hermida, y considerando, además, la analogía de su composición química, hay fundamento para suponer que proceden de la penetración de las aguas meteóricas al través de las grietas de las calizas referidas y del afloramiento del filón, y que es probable que a estas aguas se mezclen subterráneamente otras que, pasando a través de los estratos permeables triásicos y disolviendo sus sales,

vayan a verter al plano de la falla, aumentando su temperatura a medida que alcanzan mayor profundidad dentro de la fractura, circulando por ella no sólo por la presión hidrostática, sino también por la diferencia de densidades entre las aguas calientes profundas y las frías que llegan desde la superficie, de manera análoga a la circulación que se establecería en un depósito calentado artificialmente por su fondo y al cual se hiciera llegar continuamente un chorro de agua fría, dándole salida por la parte alta.

»Relacionados con la línea de fractura se presentan varios asomos ofíticos, principalmente por la parte oriental de su región Sur; es decir, en la zona de descenso donde ha sido mayor el salto, y con otras rocas hipogénicas vienen relacionadas a su vez algunas fuentes sulfurosas, entre las que merecen consignarse la de Puentenansa por estar próxima a la línea de fractura y ser sus aguas algo termales.»

Ya se ve, por lo expuesto del estudio de Sánchez Lozano, la capital importancia que tiene el conocimiento de la estructura geológica para determinar el origen de las aguas minerales y su circulación a través de los terrenos, por lo cual, antes de entrar en la descripción detallada de los principales manantiales de la provincia, vamos a recordar, en breve síntesis, los rasgos estatigráficos y tectónicos más importantes de la misma.

De los terrenos que integran la serie paleozoica sólo aparece con alguna extensión en la parte occidental el carbonífero, pues el siluriano y el devoniano presentan afloramientos pequeños, y los demás de la serie no están representados: la serie mesozoica constituye la casi totalidad de la superficie, con gran predominio del cretáceo sobre las demás formaciones secundarias; la serie terciaria está únicamente representada en sus primeros tramos y en limitadas zonas de la costa, siendo también de reducida extensión los depósitos correspondientes a la serie cuaternaria. Plegados fuertemente todos los terrenos, con direcciones her-

cinianas y pirenaicas, dan la sensación de una estructura en cúpulas anticlinales y cubetas sinclinales de complicada disposición, sobre todo en la zona litoral, donde las torsiones de las capas, los contactos anormales y las fallas aparecen más frecuentes e intensas que en la región meridional de la provincia.

Terrenos primarios.—El siluriano está formado por alternancias de areniscas duras, blancas o algo rojizas y amarillentas, con cuarcitas verdosas y delgados lechos pizarreños; pertenecen al siluriano inferior (ordovicense) y forman las sierras de Tinamayor y Prellezo y se descubren también cerca de Rumanes bajo la caliza carbonífera de Los Picos de Europa. El devoniano formado por areniscas cuarzosas rojizas aparece en los altos de Ríofrío como prolongación de las manchas palentinas, y en un pequeño afloramiento de caliza rojiza brechoide con lechos de pizarras rojas que se ve en Las Caldas de Besaya bajo la caliza carbonífera. El carbonífero aparece principalmente en la parte O. y SO. de la provincia, formando la región de Liébana; el macizo de los Picos de Europa y el valle de Polaciones y también en una faja por la costa de Asturias hasta cerca de San Vicente de la Barquera. Está representado por los dos tramos dinantiense y estefaniense: el primero comprende las hileras de mármol grioto de la base y las calizas duras marmóreas, blancas, azuladas y negras, con cristales de cuarzo y fósiles marinos, que forman con enorme espesor los Picos de Europa; el segundo, o hullero superior, presenta en la base una formación potente de conglomerado calizo, pizarras y areniscas con algunas capas carbonosas, intercalándose también en las pizarras algunos bancos de caliza espática. La caliza de montaña, o dinantiense, predomina en la provincia y además del macizo de los Picos forma la faja costera que acompaña a la cuarcita siluriana, así como el monte Arria, que se extiende entre Peñarrubia y Lamasón

hasta Puentenansa y el largo afloramiento anticlinal entre Coo y Puentevesgo. Se prolonga también entre La Hermita y Lebeña por la vertiente norte de Peña Sagra y aparece en lo alto de la divisoria con Palencia desde Peña Prieta hasta el pie de Peña Labra en un alargado anticlinal. El tramo hullero representa en Liébana y Polaciones, donde tiene más desarrollo, el tramo inferior del estefaniense sin hulla explotable.

Terrenos secundarios.—El triásico reposa sobre la caliza dinantiense formando una potente serie de depósitos detríticos compuestos de pudingas cuarzosas y areniscas de color rojo generalmente con alternaciones de pizarrillas arcillosas oscuras o rojizas: se extiende desde los Picos de Europa por las estribaciones del monte Arria y las alturas del Escudo de Cabuérniga, por la sierra de Ibio, el monte Dobra y la sierra del Caballar; aflora en isleos aislados entre los valles de Buelna e Iguña, y entre éste y Pesquera, y forma en Campoó y Valdeolea las sierras de Sejos y de Híjar en el límite con la provincia de Palencia.

Al N. del anticlinal del Escudo de Cabuérniga y de la sierra del Caballar, en la zona costera, y en toda la parte oriental de la provincia, no se encuentran ya afloramientos del triás inferior; los que se ven corresponden al tramo superior o de las margas del keuper, que no descubren su base o contacto con las formaciones inferiores, aunque es probable y casi seguro que el triás inferior se prolongue en profundidad, como también lo es que se prolongue el hullero por debajo de las manchas triásicas del centro de la provincia. Este tramo superior está formado por alternancias repetidas de margas y arcillas rojas, verdes o negras y areniscas y calizas, conteniendo entre las arcillas abigarradas bancos de yeso y de sal; se termina generalmente por un horizonte de calizas dolomíticas más o menos cavernosas y por calizas tabulares magnesianas, y casi siempre acompa-

ñado de ofitos. El keuper yesoso y salífero se muestra casi siempre, formando el borde exterior, en festones discontinuos, de los isleos o manchas del triás inferior y rodeado, a su vez, de afloramientos liásicos, y en la zona costera, en afloramientos de reducida extensión relacionados con erupciones ofíticas y con accidentes tectónicos, pliegues y fallas del recubrimiento cretáceo.

De los terrenos liásico y jurásico, el primero está mejor representado, y el segundo sólo se encuentra en reducidas extensiones en Villacarriedo, Toranzo y Puentenansa. La composición, muy regular, comprende: calizas compactas azuladas o grises en la base; después calizas negras y margas oscuras o azules alternando repetidas veces, y calizas más blancas con margas grises en la parte superior. El liásico aparece sobre el triás yesoso con unas hiladas calizas muy pobres en fósiles que parecen corresponder al tramo sinemuriense; los tramos del liásico medio y superior, charmutiense y toarciense, son los que están mejor representados. El jurásico inferior, bajocense y bathonense, existen en el valle de Toranzo, pero faltan los términos superiores del sistema oolítico desde el calloviense inferior.

Inmediatamente por encima de las calizas del jurásico se encuentra la potente formación cretácea. Ocupa su base una serie de sedimentos detríticos que por su facies y su fauna se asimila al weald inglés y que se extiende sin variación hasta el aptense; en su conjunto, este wealdense está formado por areniscas micáceas de variados colores que alternan con arcillas y margas de variados aspectos, predominando los tonos vivos, rojos y verdes, que las hacen parecidas a las areniscas y margas irisadas del triás, encontrándose también lechos de calizas arenáceas amarillentas, especialmente en la parte superior de la serie. Ocupa en la provincia grandes extensiones al S. y al E., con potencias que pasan de mil metros, mientras que al O. y en la costa su extensión y potencia disminuyen.

El tramo aptense está constituido casi exclusivamente por calizas de facies urgoniana que adquieren gran espesor y por areniscas y margas cuando la serie se presenta completa. Las areniscas de la base apenas se distinguen por su color y textura de las vealdenses; las calizas inferiores son grises oscuras con rudistos de pequeño tamaño, las de la parte superior del tramo son duras azuladas o blancas con grandes rudistos, convertidas a veces en dolomías cristalinas con minerales de hierro y cinc. El aptense se presenta en grandes y numerosas manchas, tanto en la parte occidental y en la costa como en la parte oriental de la provincia, donde adquiere su mayor potencia, formando por el Sur las grandes crestas de la cordillera (la Sia, Lunada, Castro Vainera, etc.), que señalan el límite con la provincia de Burgos.

Sobre las calizas zoógenas del aptense y bajo el cenomanense franco, un conjunto de capas con fauna intermedia representa al albense. Sus estratos comprenden areniscas ferruginosas, arcillas arenosas con lechos carbonosos y piritosos, margas azuladas, calizas y lumaquelas de restos orgánicos y calizas con rudistos. No suele encontrarse completa la serie, predominando las areniscas y margas de los niveles inferiores, acusando la variedad e inconstancia de los depósitos un régimen litoral muy variable. El albense se encuentra principalmente en la región de la costa, entre Comillas, Santander y Laredo; en la región central sólo hay algunos manchones aislados.

El cenomanense y el turonense se presentan solamente en la parte de la costa y en la central y occidental de la provincia; el primero ofrece en su base una alternancia de areniscas amarillentas rojizas con arcillas muy parecidas a las albenses y también con lechos de lignitos y nódulos de hierro y pirita; la parte superior está formada por calizas algo siliciosas duras, de color amarillento rosado, de estratificación bien marcada, alternando con bancos delgados de

margas oscuras y negras que contienen grandes orbitolinas. En algunos puntos se termina la serie cenomanense con otras areniscas blandas, de color gris, con granos de glauconia, que pasan a margas azuladas y que deben pertenecer ya al turonense, no presentando fósiles. Las calizas cenomanenses ofrecen una abundante fauna de equinido braquiópodos, ostreas y ammonitidos. El turonense está mal determinado por la escasez de fósiles y, en general, es imposible deslindarle del cenomanense superior y del senonense.

El grupo de terrenos neocretáceos tiene reducida extensión en la provincia, encontrándose sólo en los alrededores de la capital y en la parte occidental de la costa. Forman el senonense margas grises nódulosas que alternan con areniscas grises micáceas y glauconiosas y con calizas; donde se presenta más completo es entre El Sardinero y cabo Mayor, con margas con nódulos ferruginosos del coniacense, areniscas grises arcillosas con equinidos del santoniense; areniscas glauconiosas alternantes con calizas verdosas del campaniense, y areniscas oscuras y calizas siliciosas del maestrichtense. Sobre estas capas se encuentran unas calizas arenáceas amarillentas algo espáticas que pudieran representar al danés, y otras rosadas, con algas y miliolidas, que pertenecen ya a la base del nummulítico.

Terrenos terciarios.—Ocupa en la provincia dos cuencas pequeñas separadas, la de San Vicente de la Barquera, que se prolonga al O. en Asturias, y la de San Román, al NO. de Santander.

En la primera se encuentra el eoceno inferior con pudingas y areniscas en la base y calizas con miliolites; el eoceno medio empieza con pudingas y areniscas y sigue con calizas de alveolinas y nummulites, y el eoceno superior sólo está representado por una caliza de color rosado con polyperos, que pertenece al priabonense.

En la segunda, sobre las calizas amarillentas rosadas sin fósiles del cabo de Lata, se encuentran calizas con lithothanium y miliolites, calizas con operculinas y nummulites del eoceno inferior, sparnaciense; por encima, areniscas calíferas con schizaster y nummulites, con intercalaciones de margas y arenas blancas, que corresponden en conjunto al eoceno medio, lutetiense.

El oligoceno se encuentra solamente entre San Vicente de la Barquera y el cabo de Oyambre, y está compuesto de brechas y conglomerados, areniscas y margas, de color generalmente rojizo, con nummulites y lepidociclinas.

Terrenos cuaternarios.—Los depósitos diluviales tienen escasa importancia, citándose sólo algunos de arcillas y arenas sueltas de reducida extensión, algunos ciertamente de origen eólico. Los depósitos aluviales son de más importancia, pues el régimen torrencial de los ríos ha depositado cantidades grandes de aluviones en las vegas de la parte inferior de sus cursos y en las desembocaduras; en todas aquéllas se cuentan varias terrazas de aluviones, escalonadas a diversas alturas sobre el nivel actual hasta de 60 a 70 metros. En las desembocaduras de los principales ríos y en las bahías se encuentran depósitos recientes formando arenales y medanos más o menos extensos.

Tectónica.—Uno de los rasgos más salientes de la estructura de la provincia lo constituye, sin duda, el largo pliegue anticlinal que, con elevaciones de 600 a 900 metros, atraviesa por la parte central desde los Picos de Europa hasta Peña Rocías, formando la barrera que separa la zona de la costa, baja y deprimida, de la zona interior, que se eleva en escalones hasta alcanzar las alturas de la divisoria cantábrica. Formando este pliegue, con dirección al Este destacan las cumbres de los montes de Arria y Hozalva, el Escudo de Cabuérniga, las sierras de Ibio y Dobra, y

cambiando después su dirección al E.-SE., la sierra de Caballar y las alturas de Miera y Peña Rocías. La disposición anticlinal del macizo del monte Arria se ve bien en las gargantas del río Deva, al N. de La Hermida, ocultándose la caliza carbonífera, después de cruzar el Nansa, en el Escudo de Cabuérniga, bajo la bóveda de las areniscas triásicas, al mismo tiempo que el pliegue se acuesta hacia el S. con supresión del flanco común con el sinclinal de La Hermida-Lamason. El núcleo de caliza carbonífera reaparece, por una elevación del eje anticlinal, entre Coo y Puenteviego y desaparece al E. de este punto bajo la cubierta del triás de la sierra del Caballar, que a su vez, pasada la hoz de Cayón, es recubierto por el vealdense primero y por las calizas aptenses después, que forman entre el Miera y el Asón la bóveda visible.

Al N. de este largo anticlinal pueden distinguirse tres elementos tectónicos principales en la estructura general: el área sinclinal de San Vicente de la Barquera, desde el límite de Asturias hasta la ría de la Rabia; el área sinclinal de Cabezón de la Sal y Udías hasta Santander, y la zona oriental desde Santander hasta Vizcaya.

El área sinclinal de San Vicente comprende como elementos tectónicos principales el sinclinal de Panes-sierra de Llen, el anticlinal de la sierra de Cuera-Treceño y el sinclinal de San Vicente, en los cuales se manifiestan el cretáceo y el nummulítico sobre los terrenos paleozoicos.

En el área Cabezón-Santander se encuentra toda la serie cretácea, terminada por el eoceno de San Román y bordeada por el triás con afloramientos de las margas del keuper y de calizas liásicas que se muestran en los anticlinales. Se presenta separada de la zona sinclinal de San Vicente por contactos anormales producidos por el encuentro del anticlinal de Treceño con otro que en dirección al NE. se deriva del Escudo de Cabuérniga y que tuerce las capas cretáceas de la Florida en dirección a Cabiedes

y Comillas; por efecto de las acciones mecánicas producidas por estos pliegues de direcciones casi perpendiculares se han producido numerosas roturas, fallas y estiramientos de las capas, las margas del triás aparecen laminadas y verticales y las calizas liásicas y areníacas vealdenses están también trituradas y rotas. El anticlinal transversal sale al mar por Comillas, donde se nota el efecto de su cruce con otro pliegue de dirección E., en las fallas de la bahía, de Venta de la Vega y de Ruiloba. Dentro de esta área sinclinal todos los pliegues afectan la dirección al NE. (dirección herciniana); los más notables son el sinclinal de Cobreces, que comprende por encima del aptense el albense y el cenomanense de Toñanes; el anticlinal de Udías-Novales, que se presenta como una bóveda de las calizas aptenses, terminada por las fallas de Udías y cortada por otras secundarias, como en Puerto Calderón, donde aparece el triás en el eje del pliegue; el sinclinal de Santillana, Cueto de Mogro y Sotolamarina, que termina por el NE. con la cubeta nummulítica de San Román. El anticlinal de la bahía de Santander se prolonga hacia Poniente, levantándose casi verticales las capas que forman su flanco norte en Peñacastillo, habiendo desaparecido el flanco sur por el hundimiento que corresponde al canal de la bahía y asomando el núcleo del liásico y del keuper con ofitas; entre Bezana y Puente Arce el pliegue se resuelve en varias fallas longitudinales que dan una estructura isoclinal imbricada tendida al N.; corresponde al mismo el afloramiento triásico de Polanco, y por bajo de los aluviones del Besaya en Torrelavega este pliegue se relaciona con la falla que separa el aptense de Mercadal del de Reccín para terminarse contra el anticlinal del Dobra en las alturas de Correcaballos y de Ibio. Al S. de este anticlinal se manifiesta un sinclinal que pasa por Vioño y Quijano, por Escobedo y Camargo y se corresponde con la canal de Raos, en la bahía, al otro lado de la cual va a continuarse

por Galizano; aun más al S. el anticlinal de Maliaño y Parbayón muestra en su bóveda rota un núcleo de calizas liásicas y de margas del keuper, y por el monte Carceña y Las Presillas se liga al macizo del Dobra.

El límite SE. del área sinclinal de Santander puede considerarse formado por el anticlinal correspondiente al macizo de Cabarga, cuyo eje parece arrancar del extremo oriental del monte Carceña y pasa por Penagos, Pamanes, Ceceñas y Entrambasaguas en dirección NE., y que desde la Peña de las Hazas de Solórzano se incurva al E. y después al SE.; cruzando el valle de Aras pasa por el monte Candianp al S. de Marrón, por el Pico de las Nieves y la sierra de Castro para entrar en Vizcaya por las alturas del valle de Trucíos. En su principio sólo conserva el flanco norte, formado por las calizas aptenses de Cabarga, apareciendo en su centro el triás ofítico en Penagos, Anaz y Valdecilla y los afloramientos liásicos de Penagos y Liérganes; después sólo es visible el recubrimiento cretáceo.

La zona oriental de la provincia se caracteriza por sus pliegues arrumbados al E. y al E.-SE., de dirección pirenaica; entre ellos se encuentra el que empieza a dibujarse, pasada la falla de la ría de Cubas, por Somo y la sierra de Galizano, el monte Ano en Arnüero al monte de Santofía, cortado bruscamente por las fallas que han provocado el hundimiento de la bahía de este nombre; pasada esta bahía, el eje del pliegue corresponde con la punta del Rastrillar de Laredo, que es un asomo ofítico con triás yesoso, continúa por Liendo y el monte Candina y forma el macizo de Cerredo, y por Setares y La Bernilla entra en Vizcaya, en cuyo territorio se prolonga en la misma dirección SE., constituyendo uno de los pliegues característicos de la región vascongada. Paralelamente a este pliegue se desarrolla una serie de pequeños anticlinales y sinclinales de menor recorrido, que en parte se terminan en la sierra de Galizano y en parte se corresponden con los que se observan en el

borde occidental de la bahía de Santoña, y pasada esta zona de hundimiento se ve la prolongación del sinclinal de Escalante por el valle de Liendo y el de Sámano hasta el límite de la provincia. Entre Colindres y Seña, un anticlinal forma la divisoria del Asón y de Liendo, atraviesa el valle del Agüera, pasa por Sámano al S. de Otañes y penetra en Vizcaya por el monte Alen; otros pliegues más o menos seguidos pueden señalarse, además de los citados, con la misma orientación, pues los terrenos muestran numerosas ondulaciones difíciles de describir en detalle, algunos de los cuales se han representado en el mapa geológico que se acompaña, siendo digna de notarse en esta zona oriental la gran falla transversal, de S. a N., que señala el curso del río Asón desde Ramales a Santoña, que deja asomar el substratum liásico y triásico con erupciones de ofitas.

La zona del sur de la provincia, desde el anticlinal principal del monte Arria-el Escudo-monte Dobra, presenta menor número de pliegues que la zona de la costa, y casi todos resueltos o transformados en fallas, según su dirección, las que, por su basculamiento, hacen que los estratos presenten casi siempre un buzamiento al N. y grandes cortes o escalones. Entre los principales podemos citar: el sinclinal de La Hermida, que se extiende por Lamasón, Cabuérniga, Coa, San Felices de Buelna hasta Villacarriedo; el anticlinal del valle de Cabuérniga y Los Corrales de Buelna; el de la sierra de Palombera, Pesquera, Entrambasmestas; el sinclinal del Ebro por Reinosa y La Virga, y el anticlinal de Peña Labra, sierra de Híjar, monte Higedo. Todos los pliegues arrancan o se derivan del macizo paleozoico de Liébana y de los Picos de Europa y se prolongan con dirección al SE. hacia la provincia de Burgos, con espesores cada vez mayores de terrenos cretáceos.

(Continuará.)

IMPORTANTE

En el trabajo publicado en los meses de junio y julio titulado "Estudio de criaderos minerales de la Provincia de Santander (Criaderos de Cine)", por una omisión involuntaria se dejó de consignar que el autor del mismo es D. J. M. de Mazarrasa.

Dicho trabajo está fechado en 30 de marzo de 1923.

SERVICIO DE MERIDIANAS

CONSEJO DE MINERÍA

TRAZADO DE MERIDIANAS EN LOS DISTRITOS MINEROS DE BURGOS, SALAMANCA, ZAMORA, VALLADOLID, ZARAGOZA Y HUESCA

POR EL INSPECTOR GENERAL

ILUSTRÍSIMO SEÑOR D. ADOLFO DE LA ROSA.

BURGOS

Estaciones de acimutes marcadas con hitos de cemento, en forma de prisma recto de base cuadrada, de 12 centímetros de lado y altura de 30 centímetros, empotrados en el suelo en los sitios que se dirá y recibidos con cemento.

Por observación de las estrellas γ Cephei; β Capricorni, y ϵ Aquarii, en su culminación, se determinó la latitud de las estaciones, y por la máxima digresión de las circumpolares, γ , 43, y 44 H Cephei, y α Ursae minoris, la dirección meridiana.

MERIDIANA DE BURGOS

Estación situada en terreno del depósito de agua que abastece a la población, al N. y E. del camino subida a dicho depósito, frente al cubo del castillo.

Latitud..... 42° 20' 35''.

ACIMUTES:

- A la veleta de la torre Norte de la Cartuja..... E. v. 10° 26' 19" S.
- A la ídem de la torre Sur de la misma..... E. v. 11° 4' 44" S.
- A la aguja de la torre de la iglesia de Cortes... E. v. 29° 9' 29" S.
- Al pararrayos de la torre de Santa Clara..... E. v. 43° 19' 54" S.
- Al ídem de la torre Sur de la catedral..... S. v. 13° 10' 1" E.
- Al ídem de la torre Norte de la misma..... S. v. 11° 55' 11" E.

MERIDIANA DE SALAS DE LOS INFANTES

Estación situada en el alto de la ermita de San Isidro, al O. de la misma y a ocho metros de distancia del paramento correspondiente.

Latitud..... 42° 1' 24".

ACIMUTES:

- A la cúspide de la torre de la iglesia de Acinas. S. v. 9° 8' 3" O.
- A la ídem de la torre de la iglesia de Villanueva de Carazo..... S. v. 43° 47' 18" O.
- A la cruz de la ermita del río Ciruelos..... O. v. 30° 59' 7" S.
- A la base de la cruz de la torre de la iglesia de Salas..... N. v. 18° 24' 7" O.
- A la cruz de la ermita del Carmen de Castrovido..... N. v. 20° 0' 38" E.
- Al mojón de la cumbre de Peña el Rayo..... E. v. 24° 30' 22" N.

SALAMANCA, ZAMORA Y VALLADOLID

Estaciones de acimutes marcadas con hitos de cemento, en forma de prisma recto de base cuadrada, de 12 centímetros de lado y altura de 30 centímetros, empotrados en el suelo en los sitios que se dirá y recibidos con cemento.

Por observación de las estrellas δ Ursae minoris; δ Draconis; y β Capricorni, en su culminación, se determinó la latitud de las estaciones, y por la máxima digresión de las circumpolares, 8213 BAC; 43 H Cephei; γ Cephei; y α Ursae minoris, la dirección meridiana.

MERIDIANA DE SALAMANCA

Estación situada en el teso de Chinchibarra, al E. de la carretera de Zamora, en el cruce de dos linderos.

Latitud..... 40° 58' 13".

ACIMUTES:

- A la veleta de la ermita de los Villares..... N. v. 11° 39' 40" E.
- A la cúspide del campanario de Cabrerizo..... E. v. 2° 57' 10" N.
- A la aguja de la torre de la catedral de Salamanca..... S. v. 23° 2' 15" O.
- Al eje de la chimenea de Vistahermosa..... S. v. 39° 50' 0" O.
- Al pararrayos del torreón central del cuartel de Caballería..... O. v. 4° 18' 35" S.

MERIDIANA DE ZAMORA

Estación situada a 2,35 metros al Oeste del ángulo O. de la caseta de la báscula de la Inspección veterinaria, en la explanada del matadero viejo y plaza de toros.

Latitud..... 41° 30' 10".

ACIMUTES:

- A la veleta de la torre de la iglesia de Pantoja. N. v. 42° 58' 26" E.
- A la ídem de la iglesia de la torre de San Vicente..... S. v. 3° 38' 31" O.
- Al pararrayos de la cúpula de la catedral..... S. v. 31° 31' 51" O.
- A la veleta de la torre Sur de San Lázaro..... O. v. 43° 47' 39" S.
- Al pararrayos del Matadero..... O. v. 2° 53' 4" S.
- Al eje del depósito de agua del molino de San Lázaro..... O. v. 36° 38' 6" N.

MERIDIANA DE VALLADOLID

Estación en el borde N. del camino que sube de la carretera de Adanero a Gijón al cerrillo de la Maruquesa, entre las tierras de Orgeo Cañas y Alberto Velliza, de Zaratán.

Latitud..... 41° 29' 26".

ACIMUTES:

- Al pararrayos de la torre de la catedral..... E. v. 32° 15' 22" S.
- Al ídem de la iglesia del Salvador..... E. v. 37° 36' 2" S.
- Al ídem de la iglesia de Santiago..... E. v. 44° 10' 37" S.
- Al mojón de triangulación de San Cristóbal... S. v. 35° 53' 8" E.
- A la cruz de la torre de los Agustinos..... S. v. 31° 17' 58" E.
- A la ídem de la torre de la iglesia de Zaratán.. O. v. 2° 24' 38" S.

ZARAGOZA Y HUESCA

Estaciones de acimutes marcadas con hitos de piedra, en forma de prisma recto de base cuadrada, de 12 centímetros de lado y altura de 30 centímetros, empotrados en el suelo en los sitios que se dirá y recibidos con cemento.

Por observación de las estrellas γ Cephei; β Capricorni, y ϵ Aquarii, en su culminación, se determinó la latitud de las estaciones, y por la máxima digresión de las circumpolares 43 y 44 H Cephei, α y β Ursae minoris, la dirección meridiana.

MERIDIANA DE ZARAGOZA

Estación situada en la explanada del cementerio a 11,30 metros al N. del ángulo que limita los panteones por el E.

Latitud..... 41° 36' 55"

ACIMUTES:

- A la cruz de la cárcel..... N. v. 16° 56' 53" O.
- A la aguja de la iglesia de San Pablo..... N. v. 1° 26' 8" O.
- A la ídem de la iglesia de San Fernando de
Torrero..... N. v. 8° 14' 32" E.
- A la aguja de la torre de la Seo..... N. v. 12° 9' 7" E.
- Al eje de la chimenea del Este de la Azucarera
del Gállego..... N. v. 34° 13' 42" E.
- A la aguja de la torre de la Cartuja baja..... E. v. 3° 27' 27" S.

MERIDIANA DE TIERGA

Estación situada en la explanada al SO. del garaje de la Compañía Aragonesa de Minas, en Tierga. A 20,75 metros del ángulo NO. y 21,30 metros del ángulo SO. del corral del garaje.

Latitud..... 41° 33' 55".

ACIMUTES:

- Al pico más alto de Agudillo..... E. v. 9° 13' 5" S.
- Al punto más alto del Cabezo Azud..... S. v. 0° 23' 35" E.
- Al pico de Illueca..... S. v. 10° 56' 40" O.
- A la arista SE. de la base de la chimenea de la
Central Minas..... O. v. 38° 11' 30" N.
- A la parte alta de la arista Oeste de la casa Di-
rección..... N. v. 16° 45' 25" O.

MERIDIANA DE HUESCA

Estación situada en el alto de la ermita de San Jorge, frente a la puerta principal y a 1,30 metros de distancia del murete que limita la explanada por el NE.

Latitud..... 42° 7' 46"

ACIMUTES:

- Al punto más alto de Peña del Gratal..... N. v. 15° 58' 39" O.
- Al ídem más alto de Sierra de Guara..... N. v. 42° 32' 16" E.
- A la cruz de la torre de la catedral..... E. v. 36° 21' 4" N.
- Al punto más alto del castillo de Monte Ara-
gón..... E. v. 19° 36' 0" N.
- A la veleta de la torre de la ermita de Salas... E. v. 10° 38' 21" S.

ESTADÍSTICA

ESTADÍSTICA

ESTADÍSTICA

ESTADÍSTICA

ESTADÍSTICA

ESTADÍSTICA

ESTADÍSTICA

Avance de la producción de combustibles durante el mes de octubre de 1930

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	442.459
Antracita.....	1.342
TOTAL.....	443.801

Coque... .. 14.510 toneladas.
 Aglomerados..... 14.113 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	3.050

Cataluña

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	1.986
Lignito.....	13.588
TOTAL.....	15.574

Producción de coque: toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	42.275

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	20.257
Antracita.....	13.052
TOTAL.....	33.309

Briquetas..... 6.274 toneladas,
 Coque..... 2.823 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	840

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	69.047
Antracita.....	21.071
TOTAL.....	90.118

Agglomerados..... 18.089 toneladas.
 Coque..... 1.483 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	19.766
Antracita.....	15.527
TOTAL.....	35.293

Agglomerados..... 11.536 toneladas.
 Coque..... —

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	1.966
Coque de gas.....	358 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	14.750
Aglomerados de hulla....	8.401 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	12.289

Valencia

Coque metalúrgico.....	7.518 toneladas
------------------------	-----------------

Valladolid

Aglomerados de hulla.....	290 toneladas.
---------------------------	----------------

Vizcaya

Coque.....	14.579 toneladas.
Aglomerados.....	4.087

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	737
Lignito.....	4.038
TOTAL.....	4.775

Coque de gas..... 34 toneladas.

Producción de combustibles durante los meses de enero a octubre de 1930

	Meses anteriores	Octubre	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	457.912 (1)	50.992	508.904 (1)
Hulla.....	4.944.457 (1)	611.277	5.555.734 (1)
Lignito.....	282.336	35.771	318.107
TOTAL.....	5.684.705 (1)	698.040	6.382.745 (1)
Coque metalúrgico.....	488.590	41.305	529.895
Aglomerados.....	515.417	62.790	578.207

Producción nacional de aceites combustibles (2)

Meses de enero a octubre de 1930:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Octubre	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero)...	2.629.079	176.411	2.805.490
Benzol 50 por 100 (medio)...	157.765	13.358	171.123
Solvent-nafta (pesado).....	486.669	40.797	527.466
Otros tipos.....	409.777	47.052	456.829
TOTAL.....	3.683.290	277.618	3.960.908
Aceites crudos (alquitranes)	25.161.639	1.891.695	27.053.334

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	4.335.522	512.754	4.848.276
Gasolinas y similares.....	420.296	56.210	476.506

(1) Cifras rectificadas.

(2) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de octubre de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería	52.590
Badajoz	3.857
Coruña (Galicia)	30.569
Granada-Málaga	44.114
Guipúzcoa-Alava-Navarra	2.130
Huelva	4.140
Jaén	442
Murcia	7.966
Oviedo	5.947
Santander	41.022
Sevilla	9.900
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel	46.821
Vizcaya	180.693
Zaragoza	5.044
TOTAL	435.235
Meses anteriores	4.165.757
TOTAL A LA FECHA	4.600.992

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona	>	55	>	>	>
Coruña	>	>	607.400	>	>
Guipúzcoa	289	2.238	>	>	>
Oviedo	8.697	11.052	>	>	>
Santander	4.483	3.908	>	>	>
Sevilla	>	>	>	>	>
Valencia	6.046	15.223	>	>	>
Vizcaya	19.517	30.784	>	>	>
TOTAL	39.032	63.260	607.400	>	>
Meses anteriores	478.525	677.944	4.105.300	>	>
T. A LA FECHA	517.557	741.204	4.712.700	>	>

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería	>	>
Badajoz	>	>
Barcelona-Lérida	680	>
Ciudad Real	661	>
Córdoba	95	212
Guipúzcoa	624	>
Murcia	2.339	>
Oviedo	>	715
Santander	5.423	>
TOTAL	9.822	927
Meses anteriores	96.751	7.978
TOTAL A LA FECHA	106.573	8.905

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL Toneladas	METAL			
		Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba ..	>	>	>	675.326	>
Huelva	346.196	1.186.464	>	>	>
Murcia ...	>	>	>	>	>
Oviedo ...	>	>	44.122	36.283	>
Sevilla	314	>	>	>	19.000
TOTAL ..	346.510	1.186.464	44.122	711.609	19.000
Meses anteriores	2.812.113	11.588.627	551.750	4.818.533	1.606.192
T. FECHA ..	3.158.623	12.775.091	595.872	5.530.142	1.796.192

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva	933
Oviedo	138
TOTAL	1.071
Meses anteriores	12.395
TOTAL A LA FECHA	13.466

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	17	»
Badajoz.....	177	»
Barcelona-Tarragona-Gerona ...	394	188
Baleares.....	»	»
Ciudad Real.....	871	»
Córdoba.....	2.537	3.780
Granada-Málaga.....	87	951
Guipúzcoa.....	81	»
Jaén.....	6.900	1.264
Murcia.....	1.235	4.550
Santander.....	448	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL.....	12.747	10.733
Meses anteriores.....	104.473	98.764
TOTAL A LA FECHA.....	117.220	109.497

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Ha fallecido el Ingeniero Jefe de 1.^a clase D. Hilario Hervada González.

Se destina a la Escuela Práctica de Obreros Mineros, Fundidores y Maquinistas, de Linares, al Ingeniero 3.^o don Francisco Robles.

Con motivo del fallecimiento del Sr. Hervada se produce el siguiente movimiento de escala:

Asciende a Ingeniero Jefe de 1.^a clase D. Luis Arrojo Cea; a Ingeniero Jefe de 2.^a clase, D. Francisco Cascajosa Alcázar, y reingresa como Ingeniero 1.^o D. Francisco González del Valle.

Se destina al Distrito minero de Murcia al Ingeniero 3.^o D. Manuel García Peña y Rubio.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de noviembre de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras

Concesiones mineras tituladas en el mes de noviembre de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Almería...	Gádor y Benahadux...	Dm. ^a a la mina Los Cuatro Amigos.	Azufre....	9,0635	Norman de Launay Oldham.
Idem.....	Gádor.....	Demasia a Nueva Concepción.....	Idem.....	10,2870	Sociedad Minera Tigón.
Idem.....	Idem.....	San Cristobal.....	Idem.....	54	Idem.
Idem.....	Idem.....	El Silencio.....	Idem.....	37	Idem.
Idem.....	Huércal y Benahadux..	Santa Ana.....	Idem.....	319	D. Manuel López Rueda.
Idem.....	Pulpí.....	Abraham.....	Hierro.....	9	» Luis Manuel Sánchez Blanco.
Idem.....	Idem.....	Asuero.....	Idem.....	12	Idem.
Idem.....	Idem.....	Saul.....	Idem.....	11	Idem.
Idem.....	Idem.....	Sara.....	Idem.....	7	Idem.
Idem.....	Idem.....	Esaú.....	Idem.....	7	Idem.
Idem.....	Idem.....	Ester.....	Idem.....	8	Idem.
Idem.....	Idem.....	Jacob.....	Idem.....	7	Idem.
Idem.....	Idem.....	David.....	Idem.....	9	Idem.
Idem.....	Idem.....	Benjamín.....	Idem.....	18	Idem.
Idem.....	Idem.....	Samuel.....	Idem.....	7	Idem.
Idem.....	Serón.....	Libertad.....	Idem.....	20	D. Eugenio de Bustos.
Idem.....	Benahadux y Gádor..	Demasia al Señor del Perdón.....	Lignito....	11,2601	Sociedad Minera Tigón.
Idem.....	Níjar.....	31 de Diciembre.....	Oro.....	19	D. Vicente Batllés Córdoba.
Idem.....	Idem.....	El Indiano.....	Oro.....	5	» Francisco Ibáñez Martínez.
Barcelona.....	Nexiana.....	Nevada.....	Barrita.....	14	» Luis G. Caralta Guardia.
Idem.....	Santa Cruz de Olorde..	Manufacturas.....	Grafito....	24	» Juan Roca Rigol
Idem.....	Martorelles y Montornés.	Conesa.....	Hierro.....	24	Sdad. Civil de Montornés.
Idem.....	Pontóns.....	Sofía.....	Idem.....	20	D. Antonio Vidal Cerdá.
Idem.....	Barcelona.....	Mercedes.....	Indeterminado..	6	» Vicente Morlá.
Idem.....	Géilda y San Lorenzo de Hortóns.	Concha.....	Petróleo... 	332	Minerales Ibéricos, S. A.
Idem.....	Idem.....	Conchita.....	Idem.....	108	Idem.
Burgos....	Miranda de Ebro.....	Higinio.....	Indeterminado..	9	D. Higinio Ibarrola.
Castellón..	El Toro.....	Virgen de Montserrat..	Plata.....	15	» Manuel Ferrandis Monrabal.
Idem.....	Puebla Tornesa.....	Consuelo.....	Plomo.....	20	» Cirilo Cánovas García.
Idem.....	Idem.....	Herminia.....	Idem.....	22	» Manuel Cánovas García.
Guipúzcoa..	Cestona.....	Erchina.....	Lignito....	4	» J. Antonio Odriozola Barrena.
León.....	Montrondo.....	María.....	Hierro.....	43	» Manuel Díaz García.
Idem.....	Villanueva de Omaña..	Omañona.....	Idem.....	84	» Luis Carretero Nueva.
Idem.....	Caminayo.....	Dolores.....	Hulla.....	22	» Cecil A. Burne.
Idem.....	Idem.....	Ampliación a Juanita..	Idem.....	20	» Juan Reyero Rodríguez.
Idem.....	Idem.....	2. ^a ídem a ídem.....	Idem.....	24	Idem.
Idem.....	Genestosa.....	Elena 2. ^a	Idem.....	30	D. Francisco Blanco Álvarez.
Idem.....	La Espina.....	Dos Amigos.....	Idem.....	38	» Isidro Parada Moreira.
Idem.....	Idem.....	Antonio segundo.....	Idem.....	23	» Manuel Fidalgo Mata.
Idem.....	Idem.....	La Elvira.....	Idem.....	9	» Alfredo Martínez Montes.
Idem.....	Idem.....	Margarita.....	Idem.....	19	Idem.
Idem.....	Idem.....	2. ^a Ampliación a Dos Amigos.	Idem.....	62	D. Isidro Parada Moreira.
Idem.....	Librán y Toreno.....	Osín.....	Idem.....	10	» Manuel Sáenz Sta. María.
Idem.....	Morgovejo.....	Dorothea 2. ^a	Idem.....	21	» Cecil A. Burne.
Idem.....	Idem.....	Providencia 3. ^a	Idem.....	112	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem 4. ^a	Idem.....	52	Idem.
Idem.....	Valderrueda, Morgovejo y Caminayo.	Julita.....	Idem.....	1.079	D. José Antonio Fernández Sánchez.
Idem.....	Genestosa.....	Los Amigos.....	Plomo.....	12	» Emiliano Alonso Lombas.
Palencia...	Celada de Robledo...	Eslabón.....	Hulla.....	20	Sociedad Hulleras de Celada.
Idem.....	Idem.....	Ampliación a Diógenes.	Idem.....	54	Idem.
Idem.....	Idem.....	Diógenes.....	Idem.....	28	Idem.
Idem.....	Idem.....	Julita.....	Idem.....	12	D. Reduan García de Legarda.
Idem.....	San Cebrían de Mudá..	Demasia a San Andrés.	Idem.....	3,899165	Sdad. Hulleras de S. Cebrían
Idem.....	Velilla de Guardo.....	Pedro José.....	Antracita..	5	D. Máximo Altuna Zárrega.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE — Hectáreas	PROPIETARIOS
Pontevedra.	Carvia.....	Isabelita 1. ^a	Volfram...	16	D. Bernardo Gezdren Falces.
Idem.....	Silleda.....	José segunda.....	Idem.....	22	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem tercera.....	Idem.....	24	Idem.
Idem.....	Idem.....	María Victoria.....	Idem.....	12	Idem.
Salamanca..	El Payo.....	Flora.....	Estaño....	24	D. Blas Vázquez Romero.
Idem.....	Idem.....	Gordón.....	Idem.....	90	Idem.
Idem.....	Idem.....	Theresa.....	Idem.....	134	Idem.
Idem.....	Idem.....	Horacio.....	Idem.....	34	Idem.
Idem.....	Idem.....	Georg.....	Idem.....	56	Idem.
Idem.....	Campillo de Salvatierra	Omega.....	Plomo.....	20	D. ^a María E. Llorente Delgado.
Idem.....	Campillo y Fuenterroble....	Remembre.....	Idem.....	69	D. Fermín Gómez Renedo.
Tenerife...	Garachico.....	Los Laureles	3. ^a Sección	30	» Ricardo Cámara.
Sevilla.....	Osuna.....	K 9.....	Sal gema..	7.170	Sociedad A. Kalium.
Idem.....	Idem.....	K 10.....	Idem.....	4.800	Idem.
Valencia...	Oliva.....	María.....	Indeterminado..	20	D. Bartolomé Boigues Catalá.

— 792 —

Se ha practicado la rectificación mensual del catastro minero de las provincias de Almería, Barcelona, Burgos, Castellón, Guipúzcoa, León, Palencia, Pontevedra, Salamanca, Tenerife, Sevilla y Valencia.

Catastro minero.

Legislación

MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden disponiendo que doña María Blanch y Rufart, viuda de D. Juan González Solé, sea admitida en el grupo B) del Régimen de la Economía del Carbón. ("Gaceta" del 14.)

Real decreto declarando que en lo sucesivo se otorgará el título de "Capataz facultativo de Minas y fábricas metalúrgicas" a los alumnos que cursen y terminen sus estudios en las Escuelas de Almadén, Bálmez, Bilbao, Cartagena, Huelva, Linares y Mieres. ("Gaceta" del 15.)

EXPOSICIÓN

Señor: Las materias que actualmente constituyen la enseñanza oficial en el ramo subalterno de Minas se cursan en las Escuelas de Bilbao, Cartagena, Mieres, Almadén, Bálmez, Huelva y Linares, y comprenden dos órdenes de estudios: uno, de grado más inferior, que ha de cursarse y aprobarse en cualquiera de aquéllas para obtener el título de «Maestro minero, Fundidor y Maquinista», y otro, de grado superior, que, una vez terminados los estudios correspondientes a dicho título en una de las tres primeras Escuelas, puede seguirse en la misma para conseguir el de «Capataz facultativo de Minas».

Creados estos Establecimientos docentes en distintas épocas, a medida que la industria minerometalúrgica alcanzaba un desarrollo adecuado en las regiones donde fue-

ron emplazados, su primordial finalidad era la formación profesional de Maquinistas y Capataces de minas, hornos y fábricas, tanto en beneficio de las Empresas de aquella índole, que podrían contar en todo momento, dentro de la región, con personal técnico subalterno idóneo para el desempeño de su cargo, como de las clases sociales modestas, en especial de la obrera, que tenía a su alcance medios de mejorar, mediante el estudio, su condición social y situación económica.

La enseñanza dada en sus comienzos en estas Escuelas no tenía carácter de uniformidad en todas ellas, sino que en cada una se amoldaba a las características especiales de la minería y de la metalurgia de la zona respectiva, tan diferentes de unas a otras regiones, y la obtención del título no confería derecho alguno para dirigir trabajos en Empresas particulares ni para ocupar cargos en el servicio oficial.

Mas, al promulgarse en 15 de julio de 1897 el primer Reglamento de Policía minera, estatuyó que el título de Capataz facultativo de Minas, sin distinción de Escuelas de procedencia, habilitaba para la dirección de aquellas minas en que trabajasen menos de treinta o de cien obreros, según se tratara, respectivamente, de labores subterráneas o a cielo abierto, y dispuso que para la mayor eficacia de la inspección y vigilancia de las labores mineras se creara el Cuerpo de Celadores de Minas, constituido por Capataces con título facultativo; por Real orden de 21 de enero de 1903 se acordó que los Capataces de Minas tuvieran derecho preferente para ocupar las vacantes de Escribientes-Delineantes que en lo sucesivo se produjeran, preferencia que posteriormente, al convocarse los concursos oportunos, se convirtió en derecho exclusivo a favor de dichos Capataces, y las últimas oposiciones a plazas de Auxiliares de Minas fueron convocadas en 26 de junio de 1927 entre la misma clase de facultativos, exclusivamente.

Otorgados estos derechos a los Capataces de Minas, dirección de pequeñas explotaciones y servicio oficial, se creyó conveniente unificar la enseñanza en todas las Escuelas, ya que aquéllos eran independientes del origen del título poseído por quienes hubieran de ejercerlos.

Por otra parte, el extraordinario aumento de alumnos surgido a consecuencia de las ventajas logradas, determinó un aumento de Capataces desproporcionado a las necesidades de la industria y del servicio oficial, motivando que al promulgarse la ley de Presupuestos de 1925 se redujera a tres el número de Escuelas de esta índole, transformando las restantes en Escuelas prácticas de Maestros mineros, fundidores y maquinistas, cuyo título puede igualmente conseguirse en aquéllas, según queda antes expuesto.

La experiencia de estos años demuestra que la enseñanza de grado inferior pudo desarrollarse perfectamente en aquellas Escuelas en que no se cursan los estudios superiores; no así en las de Bilbao, Cartagena y Mieres, en que la unificación de estudios y reunión de alumnos en los primeros años redundan en perjuicio de la enseñanza superior por falta de unidad y del debido escalonamiento, necesarios para el mejor aprovechamiento de las materias cursadas.

Los resultados obtenidos aconsejan que ambos aspectos de la enseñanza queden por completo desligados y se proporcionen con entera independencia, si bien por el mismo Profesorado.

La reducción del número de Escuelas de Capataces redundan en perjuicio de las regiones afectadas por la supresión, lo que origina continuas solicitudes de Corporaciones y entidades locales en pro de la elevación de todas ellas a la misma categoría; priva a los obreros aprovechados y alumnos amantes del estudio de conseguir una mayor ilustración procurándose al mismo tiempo con ella nuevos medios de mejorar su situación, y obliga a las Empresas

minerometalúrgicas a buscar en regiones distantes un personal que, al trasladarse de residencia, aparte los inconvenientes de la aclimatación, lucha con el desconocimiento del obrero y de las características de la explotación a que es destinado. Consideraciones todas que abonan el restablecimiento de las Escuelas suprimidas.

El aumento de Capataces que la ampliación lleve consigo irá, sin gravamen apreciable para el Tesoro, en beneficio de la industria muchas veces y siempre de la cultura general. Lógica consecuencia sería, por el contrario, una reducción de aspirantes al título de Maestro minero, desapareciendo, acaso por completo, en alguna Escuela, por lo cual esta enseñanza debe subsistir únicamente en aquellos casos en que se estime necesario.

Si la posesión del título de Capataz de Minas hubiera de ser la única garantía de suficiencia exigida para el desempeño del Servicio oficial y atendido este solo aspecto de la cuestión, acaso la enseñanza debería ser uniforme en todas las Escuelas; mas aparte de que el ingreso en los Escalafones oficiales debe tener lugar mediante la oportuna oposición que compruebe la necesaria aptitud, es innegable la conveniencia bajo un punto de vista acaso más interesante, de que tales técnicos posean el máximo de conocimientos teórico-prácticos en relación con las explotaciones mineras y fábricas metalúrgicas establecidas en la región de cuya Escuela procedan y en la cual lógicamente han de encontrar campo para el desenvolvimiento de sus actividades, bien bajo superior dirección, ya con autonomía plena, según los casos a cuyo efecto y de acuerdo con la idea que presidió la creación de esos establecimientos, la enseñanza en la Escuela correspondiente ha de ser la más adecuada, para que quienes en ella cursen sus estudios sean los más aptos para el desempeño del cometido a que han de dedicar sus esfuerzos.

Si ha de conseguirse en cada Escuela el máximo rendi-

miento de la enseñanza en este aspecto de la actividad del Capataz de minas en la industria peculiar de cada región, es de suma conveniencia que el Profesorado de la misma, constituido de ordinario por Ingenieros especializados en la minería y metalurgia de la región, formule, en cada caso, el correspondiente plan de enseñanza, así como el respectivo Reglamento, de acuerdo con el carácter y condición predominantes en sus alumnos, clase de trabajos a que se dedican, género de vida que llevan y costumbres locales, siempre con la mira de formar un plantel de hombres que sean apoyo de la industria regional y útiles a la Patria.

Fundado en las consideraciones que anteceden, el Ministro que suscribe tiene el honor de someter a la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de Real decreto.

Madrid, 13 de noviembre de 1930.—Señor. A L. R. P. de V. M., *Leopoldo Matos y Massieu*.

REAL DECRETO

Núm. 2.506.

A propuesta del Ministro de Fomento,
Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º En lo sucesivo se otorgará el título de Capataz facultativo de Minas y fábricas metalúrgicas a los alumnos que cursen y terminen sus estudios en las Escuelas de Almadén, Bélmez, Bilbao, Cartagena, Huelva, Linares y Mieres, en las cuales se dará por Ingenieros del Cuerpo de Minas en servicio activo la enseñanza correspondiente.

Art. 2.º El expresado título conferirá a sus poseedores cuantos derechos reconoce a los Capataces el Reglamento de Policía minera y además el de poder ingresar, mediante oposición, pero no por concurso, en los Cuerpos de Celadores, Escribientes Delineantes y Auxiliares facultativos de Minas, que en lo sucesivo se nutrirán exclusivamente

de Capataces facultativos de Minas y fábricas metalúrgicas.

Art. 3.º En cualquiera de las mencionadas Escuelas podrá darse, cuando se estime necesario, no sólo la enseñanza correspondiente al título de Capataz facultativo de Minas y fábricas metalúrgicas, sino la que actualmente constituye su carácter de Escuelas prácticas de Maestros mineros, fundidores y maquinistas, cuyos estudios (si bien a cargo del mismo Profesorado) se efectuarán con entera independencia de los antes indicados.

Art. 4.º El plan de estudios, programas y Reglamentos a que estarán sometidas estas Escuelas (en los dos aspectos de la enseñanza que en ellas pueden coexistir) no será uniforme para todas, sino que en cada una se amoldará a las condiciones peculiares de la minería y de la metalurgia de la región en que radican y de los alumnos que la frecuentan; debiendo formularse dentro del plazo de tres meses por la Junta de Profesores de cada Escuela el plan de enseñanza respectivo y el correspondiente Reglamento, propuesta que será sometida a la aprobación de la Superioridad, la cual resolverá, previo informe de la Escuela de Minas y del Consejo de Minería. Dicha propuesta versará también sobre la conveniencia de conservar o no el aspecto práctico a que se refiere el artículo 3.º

Art. 5.º Bajo la dependencia directa de la Escuela de Capataces de Minas y fábricas metalúrgicas de la región respectiva, podrán crearse otras Escuelas de Maestros mineros, Fundidores y Maquinistas, pero exclusivamente en aquellos Ayuntamientos en que existan explotaciones mineras de reconocida importancia.

Para ello será condición indispensable que dichos Ayuntamientos faciliten local adecuado y sufraguen los gastos de material y que las Empresas mineras proporcionen el Profesorado, que ha de estar constituido por Ingenieros procedentes de la Escuela de Minas de Madrid que estén

a su servicio. La autorización para establecer estas Escuelas se acordará en Consejo de Ministros, a propuesta del de Fomento.

Art. 6.º Por el Ministerio de Fomento se dictarán cuantas disposiciones aclaratorias o complementarias sean precisas para el cumplimiento del presente Decreto.

Dado en Palacio a trece de noviembre de mil novecientos treinta.—ALFONSO.—El Ministro de Fomento, *Leopoldo Matos y Massieu*.

Real orden disponiendo que en el mes de diciembre rijan para la venta del plomo en barra y elaborado los mismos precios vigentes en el mes de noviembre, y para la compra de plomo viejo los que se indican. ("Gaceta" del 30.)

Núm. 247.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el próximo mes de diciembre rijan para la venta del plomo en barra y elaborado los mismos precios vigentes en el mes de noviembre actual, o sean los establecidos por Real orden de 30 de octubre último (*Gaceta* del 31), sin otra excepción que las barretas de *segunda* y *tercera* clase, cuyos precios serán de 725 pesetas y 635 pesetas por tonelada, respectivamente. Para la compra del plomo viejo efectuada por dicho Consorcio regirán los precios siguientes: Clase A, 580 pesetas por tonelada; clase B, 570 por ídem, y clase C, 450 por ídem.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 29 de noviembre de 1930.—P. D., *José de Luna*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

Páginas

Aguas mineromedicinales de la provincia de Santander, por el Ingeniero de Minas D. J. M de Mazarrasa. 757

SERVICIO DE MERIDIANAS:

Trazado de meridianas en los Distritos mineros de Burgos, Salamanca, Zamora, Valladolid, Zaragoza y Huesca, por el Inspector general Ilmo. Sr. D. Adolfo de la Rosa..... 775

ESTADÍSTICA:

Avance de la producción de combustibles durante el mes de octubre de 1930..... 782

Producción de combustibles durante los meses de enero a octubre de 1930 785

Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a octubre de 1930..... 785

Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de octubre de 1930..... 786

SECCIÓN OFICIAL:

Personal..... 789
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de noviembre de 1930..... 790

LEGISLACIÓN:

Ministerio de Fomento.—Real orden disponiendo que D.^a María Blanch y Rufat, viuda de D. Juan González Solé, sea admitida en el grupo B) del Régimen de la Economía del Carbón..... 794

Páginas

Real decreto declarando que en lo sucesivo se otorgará el título de «Capataz facultativo de Minas y fábricas metalúrgicas» a los alumnos que cursen y terminen sus estudios en las Escuelas de Almadén, Bélmaz, Bilbao, Cartagena, Huelva, Linares y Mieres	794
Real orden disponiendo que en el mes de diciembre rijan para la venta del plomo en barra y elaborado los mismos precios vigentes en el mes de noviembre, y para la compra del plomo viejo los que se indican	800

Boletín Oficial de Minas, Metalurgia y Combustibles



FUNDADO POR INICIATIVA DE
D. FERNANDO B. VILLASANTE

AGUAS MINEROMEDICINALES
DE LA PROVINCIA DE SANTANDER

POR EL INGENIERO DE MINAS

D. J. M. DE MAZARRASA

(Conclusión)

En resumen, toda la provincia de Santander, por su tectónica y por los movimientos orogénicos que revelan los terrenos que la recubren, se liga estrechamente al geosinclinal del Ebro, en cuyo borde occidental se encuentra y hacia el cual van a hundirse todos los ejes de los pliegues.

Los terrenos más antiguos, siluriano y carbonífero, han sido primeramente plegados por los movimientos de la época herciniana, y desde la mitad del estefaniense los terrenos están emergidos y se produce un régimen continental durante el que se origina el permotriás, seguido de otro lagunar que deposita, en transgresión, el triás superior silífero; en el liás inferior y medio se produce una inmersión que establece un régimen marino, que acentúa su carácter bathial en los depósitos de la región central de la provincia, donde los depósitos jurásicos margosos con ammonites predominan.

esta inmersión se continúa hasta el calloviense inclusive en cuya época se vuelve a producir otra emersión del terreno, puesto que faltan los depósitos correspondientes al jurásico superior. Un nuevo régimen continental marca el principio del cretáceo con los depósitos de agua dulce del vealdense, comunes al borde NE. de la meseta castellana, que dura hasta el aptense, en que tiene lugar de nuevo la invasión marina que progresa en el albense y cenomanense. El terciario se deposita apenas sin solución de continuidad con el cretáceo, siguiendo el régimen marino y acusándose en el eoceno medio diversos movimientos de oscilación y finalmente, durante el eoceno superior y el oligoceno se producen los movimientos de emersión con mayor intensidad, plegándose los terrenos secundarios hasta alcanzar el máximo relieve, produciéndose las fracturas y los hundimientos consiguientes, en relación con los movimientos pirenaicos.

A esta época pertenecen todas o casi todas las venidas metalíferas que han formado los yacimientos minerales de la provincia y los numerosos asomos de rocas hipogénicas (ofitas) que en ella se encuentran, y como secuela de este período de actividad interna, debe suponerse la aparición de numerosos manantiales termales.

Manantiales termales o hipógenos.—Existen manantiales de origen profundo, relacionados evidentemente con fenómenos volcánicos, ya por encontrarse en regiones de actividad volcánica antigua o reciente, ya por su mineralización, que no puede atribuirse a la composición química de los terrenos que atraviesan; manantiales que no deben confundirse con los ordinarios; éstos son de origen superficial, provenientes de la infiltración de aguas meteóricas o de las aguas corrientes en las capas superiores de la corteza terrestre, que pueden tener a veces temperaturas bastante elevadas y presentarse también mineralizadas por haber

tomado en su camino las sustancias minerales de los estratos del terreno atravesado. Es a veces muy difícil distinguir los primeros de los segundos, pero deben colocarse entre los manantiales hipógenos todos los manantiales minerales de regiones volcánicas o de dinamismo, antiguo o reciente, cuyos puntos de emergencia se encuentran casi siempre sobre líneas de fracturas o fallas o en relación con rocas eruptivas, y que presentan como uno de sus caracteres frecuentes una pulsación o intermitencia en su gasto con período más o menos variable.

Los manantiales termominerales varían según la naturaleza de las materias que tienen en disolución, cuyo origen casi siempre puede atribuirse a las rocas que las aguas han debido atravesar, distinguiéndose así las variedades alcalinas, salinas, sulfurosas, ferruginosas, acidulas, etc.; el cloruro de sodio es un elemento muy repartido en las aguas termales, acompañado casi siempre de cloruro de potasio; un gran número de manantiales gaseosos o acidulos toman su ácido carbónico de emanaciones de naturaleza volcánica y pueden relacionarse con las solfataras y los geisers, así como gran número de manantiales incrustantes calizos y siliciosos. Una particularidad distintiva de los manantiales termominerales es la constancia de su caudal, que se muestra, en general, independiente de las variaciones meteorológicas. Esta constancia los asemeja a los manantiales artesianos, cuyo caudal tampoco parece influido por las lluvias o sequías, lo que comprueba su origen profundo, puesto que cuanto más lo sea el depósito que los alimenta más abstraído estará a las variaciones de las condiciones exteriores; por la misma causa no varía la temperatura de estos manantiales ni la naturaleza y proporción de los elementos disueltos.

Ya hemos indicado que los manantiales termominerales se encuentran generalmente agrupados en regiones de actividad volcánica o en regiones de fracturas debidas eviden-

temente a los grandes movimientos de la corteza; se comprueba también que el número de manantiales termales es tanto mayor, cuanto la región está más dislocada, y que la actividad de los mismos está relacionada con la edad de las fracturas. La aparición, pues, de los manantiales termales es un efecto íntimamente ligado a los fenómenos de formación de las montañas, los cuales, a su vez, lo están a los fenómenos volcánicos.

Manantiales minerales de la provincia.—*Situación geológica.*—El número de manantiales mineromedicinales de Santander es relativamente crecido en comparación con la pequeña extensión superficial; se cuentan unos diez manantiales de importancia reconocida, actualmente en explotación, de ellos ocho en establecimientos balnearios declarados de utilidad pública, y, además, de veinte a veinticinco manantiales de menor importancia, puramente local y secundaria, que o no se utilizan o lo son en pequeñísima escala. Se comprenden en el primer grupo los manantiales de La Hermida, Caldas de Besaya, Puenteviesgo, Solares, Hoznayo, Liérganes, Ontaneda y Alceda; debiera incluirse también el de Corconte, que pertenece a la provincia de Burgos, por su proximidad a Santander y por sus relaciones geológicas y tectónicas. En el segundo grupo pueden contarse los manantiales minerales de Puentenansa, Carmona, Arce, Arroyo, Astillero, Santander, Carriazo, Castro, Ganzo, La Miña, Aldea de Ebro, Limpias, Oroña, etc., entre los que predominan los manantiales ferruginosos más o menos mineralizados y abundantes.

Entre los del primer grupo, que nos ocupará preferentemente, los manantiales termales de La Hermida, Caldas de Besaya y Puenteviesgo brotan en la caliza carbonífera y en el contacto, o muy próximos, con las areniscas rojas del triás inferior; están situados a lo largo del gran pliegue anticlinal que constituye, según ya hemos indicado, con las

sierras del monte Arria, el Escudo de Cabuérniga, el monte Dobra y la sierra del Caballar, una de las grandes líneas tectónicas de la provincia; al mismo tiempo cada uno de ellos brota en el cauce de los ríos Deva, Besaya y Pas, respectivamente, ríos cuyo curso está determinado por sendas fallas transversales a la dirección del plegamiento del terreno; la emergencia tiene lugar, pues, en los puntos de cruce del anticlinal, resuelto a su vez en falla por rotura o arrastre sobre su flanco interno, con las fallas transversales, constituyendo así dichos puntos de cruce una región de fracturas de condiciones extremadamente favorables para la salida de manantiales profundos.

En el terreno triásico se encuentran bastantes manantiales salados, no utilizados como medicinales, aunque algunos se hayan explotado para la extracción de la sal, pudiendo citarse principalmente los de Cabezón de la Sal, Treceño, Cabiedes, Rumoroso, Polanco, Los Corrales, etc., todos ellos en afloramientos de las margas irisadas del keuper, relacionados casi siempre con pliegues anticlinales rotos, o con fallas, y acompañados de erupciones de ofitas.

En el liásico, y más o menos próximos a su contacto con el triás superior, se encuentran otros manantiales, como los de Puentenansa, Carmona, La Miña, Ontaneda, Alceda, Liérganes y Limpias, que son casi todos ellos sulfurosos; su relación de dependencia con la tectónica de la región es, quizá, menos visible que en los anteriores, pero se puede observar que los de Puentenansa, Carmona y La Miña forman un grupo alineado según un eje sinclinal del valle de Cabuérniga paralelo y contiguo al anticlinal del Escudo, brotando los manantiales en los puntos de encuentro del sinclinal con los cauces de los ríos Nansa y Saja, que siguen, en rumbo S. a N., líneas de fallas transversales. El grupo de manantiales de Ontaneda y Alceda nace también en el encuentro del río Pas con una línea de eje sin-

clinal de dirección O. a E. El manantial de Liérganes nace en contacto de un afloramiento jurásico con ofitas del triásico y con el cretáceo, y muy próximo al curso del río Miera, que sigue también allí una línea de falla. Y por último, el pequeño manantial de Limpias brota lo mismo en contacto de un afloramiento liásico próximo a otros de ofitas, en la orilla de la ría del Ason, que es también una línea de falla muy característica.

En el cretáceo inferior, tramo vealdense, se hallan algunos manantiales de aguas ferruginosas; los de Solares y Hoznayo (Fuente del Francés) nacen en las calizas del aptense, próximos al contacto de las areniscas albenses, y de los afloramientos ofíticos de Solares y Valdecilla, en regiones donde se ha manifestado plenamente la acción mineralizadora subsiguiente a los movimientos orogénicos. Otros diversos manantiales sin importancia se hallan en los restantes tramos del cretáceo superior, tales como los del Astillero y Santander en el albense, así como los de Quijas, Cueto, Carriazo, Castanedo, etc., en el senonense.

Describiremos ahora en detalle las aguas mineromedicinales por zonas y por terrenos, empezando por las de:

Solares.—El pueblo de Solares, del Ayuntamiento de Medio Cudeyo, se encuentra al SE. de Santander y a una distancia de 19 kilómetros por el ferrocarril de Santander a Liérganes, a 22 metros de altura sobre el nivel del mar. El país es bello y de topografía poco acentuada con relación a la del interior de la provincia, estando limitado el sinuoso valle que ocupa por el monte de San Pedruco al N., al S. por el de Valdecilla, al O. por el pico de Solares y al E. por el río Miera, que divide los términos de Solares y Entrambasaguas. El pueblo se destaca en la cañada del valle entre montes poblados de frondoso bosque, y, dotado como está de toda clase de elementos industriales urbanos y naturales, constituye una villa de aguas y una

estación veraniega de primer orden, con rápidas, fáciles y numerosas comunicaciones.

Las aguas minerales de Solares brotan en la parte más baja del valle descrito, en la vertiente del monte de Valdecilla, a una distancia horizontal de 340 metros del río Miera y a 10 de desnivel sobre el lecho del mismo.

Estas aguas tienen historia antigua; en los siglos XII y XIII ya se conocía en la región su fama curativa; en 1803 el crédito popular de la fuente fué confirmado por historias clínicas de personas competentes acerca de enfermos de dolencias nerviosas y gastrointestinales, y en 1828 fueron declaradas de utilidad pública. Posteriormente una instalación muy primitiva ha venido sosteniendo el nombre de Solares hasta estos últimos años, en que, modernizado el establecimiento con todos los adelantos técnicos y propagada ventajosamente la utilidad de sus aguas, puede decirse que ha llegado su fama a su verdadero apogeo.

El manantial surge por varias grietas o huecos de las calizas zoógenas del tramo aptense del terreno cretáceo que se arrumban en dirección O. E. con buzamiento al N., recubiertas a su vez por las areniscas ferruginosas del albense, y en contacto, por el S., con el afloramiento eruptivo de ofitas del cerro de Valdecilla, que se extienden por el S. hasta el pueblo de Anaz, ocupando una superficie de unos cuatro kilómetros cuadrados y vienen a formar el límite oriental del manchón triásico de Liérganes, Pámanes y Cabárceno. En un informe del Ingeniero D. Alfredo Lasala, hablando de la geología de esta región, se dice: «Las calizas que llevan una dirección de E. a O. llevan interes-tratificada con ellas, y aparece siguiendo toda la cuenca del valle un yacimiento de hidróxido de hierro o hematites parda, reconocido en casi toda la longitud del valle hacia el O., de cuya importancia bastará decir que en los años que lleva de explotación se han extraído unas 300.000 tone-

ladas de mineral. Es indudable que puede relacionarse la presencia del yacimiento de hierro con los manantiales hidrotermales, lo cual está de perfecto acuerdo con las teorías de formación de yacimientos metalíferos y en armonía con el proceso de transformación que experimentan actualmente estos minerales en las mismas escombreras de las minas, como puede ponerse fuera de duda que la existencia del manantial de Solares, que surge al pie del levantamiento de las ofitas, debe estar relacionado con esta importante erupción, debiendo a ella su origen y nutriéndose a sus expensas de los elementos minerales que la constituyen.»

Los puntos de emergencia de las aguas son varios, que se alinean en una dirección de SO. a NE, siguiendo acaso una fractura del suelo; alguno de ellos no está captado; como en casi todos los manantiales minerales, las aguas, después de describir su recorrido subterráneo, ascienden por un canal único, y al acercarse a la superficie, si encuentran en la masa agrietada del suelo fisura de fácil acceso, esto es, con menores presiones que vencer, se bifurcan y constituyen diversos canales de salida. La fractura por donde emerge el manantial de Solares es, sin duda, un canal ascendente en condiciones de independencia e impermeabilidad excepcionales con respecto al terreno que le envuelve, lo que ha podido comprobarse en los trabajos de las minas colindantes al manantial. A pesar de estar tan inmediatos a la masa de hierro, donde existen sulfuros cuya transformación en sulfatos se aprecia continuamente, no aparecen los efectos de una sal tan soluble en ninguno de los manantiales. En fin, el gasto es perfectamente constante y no se ha notado variación alguna ni por los trabajos, ni por la influencia atmosférica ni por las estaciones, siendo también de señalar que no ha aparecido, fuera de la zona de los manantiales, ningún otro termal, lo que nos confirma en que éstos surgen por

una grieta completamente independiente hasta la superficie.

Los diversos aforos hechos en los dos manantiales captados han dado un promedio de 40 litros por segundo, o 3.456.000 litros por día. La temperatura del agua al emerger es de 29.8 grados centígrados. Observaciones repetidas desde hace muchos años han comprobado la invariabilidad y fijeza del caudal, temperatura y mineralización en todas las épocas del año.

El captado de las aguas de Solares es bien sencillo, pues, dadas las favorables condiciones de su emergencia, no ha necesitado de obras especiales ni para su recogida ni para su aislamiento. Los dos manantiales que se explotan, que son más que suficientes para todos los servicios dada la abundancia de su producción, están encerrados en una vasta cámara colectora de dos compartimientos unidos por una comunicación en el muro divisorio, midiendo cada uno 7 metros por 6,75 metros, o sea entre ambos una superficie de 94 metros cuadrados; los muros exteriores están cimentados dos metros por bajo del nivel del suelo y tienen un espesor de 0,80; la altura de la cámara es de dos metros, que es el nivel estático del yacimiento, y está recubierta por una bóveda con ventana de cristales por los que se ve el manantial, constituyendo ella toda la planta baja de un edificio que comprende diversos servicios del establecimiento. Desde la cámara se distribuye el agua a los diferentes servicios de baños, fuente, embotellado, etc., por diversas tuberías.

De las Memorias publicadas por los actuales propietarios del Balneario de Solares tomamos los siguientes datos y análisis de la composición de las aguas.

Propiedades físicas.

Color.—En pequeñas cantidades es claro, diáfano y limpio; en grandes masas es claro azulado. En los vasos llenos de agua se desprenden burbujas.

Olor.—Es inodora.

Sabor.—Casi insípida y muy ligeramente salada.

Temperatura: 29,8 grados centígrados.

Peso específico: 1,00042.

Análisis químico.

El practicado por los Dres. Úbeda y Olea en 1898 acusa los siguientes resultados:

Materias salinas en un litro.

	Gramos.
Cloruro sódico.....	0,198207
Sulfato potásico.....	0,016036
Sulfato cálcico.....	0,030428
Bicarbonato sódico.....	0,034313
Bicarbonato lítico.....	0,000169
Idem cálcico.....	0,215755
Idem magnésico.....	0,093382
Idem ferroso.....	0,000844
Silicato aluminico.....	0,000948
Acido silicico libre.....	0,010002
Fosfato cálcico.....	indicios
Materia orgánica.....	indicios
TOTAL.....	0,600084

Gases disueltos en un litro.

	Centímetros cúbicos.	Gramos.
Acido carbónico.	16,933	0,03338
Nitrógeno.....	36,174	0,04538
Oxígeno.....	2,542	0,00364

Gases que se desprenden libremente del agua.

En 100 centímetros cúbicos de mezcla gaseosa hay:

	Centímetros cúbicos.
Nitrógeno.....	93,784
Oxígeno.....	6,216
TOTAL.....	100,00

Exponemos a continuación la composición analítica cuantitativa de la materia disuelta expresada en iones:

Aniones.	Gramos.	Cationes.	Gramos.
Carbónico (CO ³)....	0,298	Potasio (Ka).....	0,0072
Cloro (Cl).....	0,120	Sodio (Na).....	0,0870
Sulfúrico (SO ⁴).....	0,030	Litio (Li).....	0,00018
Silícico (Si O ³).....	0,0107	Calcio (Ca).....	0,0610
	0,4587	Magnesio (Mg.)....	0,0150
		Hierro (Fe).....	0,00015
		Aluminio (Al).....	0,00019
			0,17072

SUMA TOTAL DE ANIONES Y CATIONES..... 0,62942

Resulta del cuadro precedente que aunque es pequeña la proporción de materias disueltas, el número de iones es grande y la variedad de éstos es la que aumenta el valor eficaz de las aguas para una concentración dada.

El punto de congelación o crioscópico del agua examinada es de 0 028.

El examen radioactivo, practicado por el Dr. D. José Muñoz del Castillo, acusa 126,7 voltios hora-litro.

Atendiendo al criterio mixto —dice el Dr. Giner— físico-químico terapéutico, y mientras se establecen nuevas bases taxonómicas se debe considerar el agua de Solares como bicarbonatada mixta, variedad clorura-sódica-nitrogenada, con una cantidad de nitrógeno disuelto que supera a muchas de las aguas nitrogenadas.

Un reciente análisis bacteriológico practicado por el jefe del Laboratorio de Higiene pública de Francia, M. E. Bonjean, patentiza la esterilidad del agua en microbios, que es de una pureza bacteriológica absoluta.

Por su escasa mineralización se incluye en el grupo de las oligometálicas, llamadas también acratotérmicas, o impropriadamente indeterminadas. Hidrólogos y químicos modernos convienen en que, a pesar de la escasez de mineralizadores, la constitución fisico-química en estado de disolución electrolítica o iónica de los cuerpos disueltos, tanto más perfecta cuanto más débil es la solución, imprime a las aguas el máximo de energía dinámica, que se traduce por eficaces y positivas acciones terapéuticas. Precisamente el agua de Solares, por su punto crioscópico, en relación con sus iones componentes, es de las de casi completa disociación o iontonización de la materia disuelta en sus respectivos iones, en los cuales reside la energía química y cinética, por la carga eléctrica que llevan.

La especialización de estas aguas, nacida de la experiencia comprobada durante muchos años, se refiere principalmente a las enfermedades neurósicas, enteritis y enterocolitis muco-membranosas, dispepsias hiperclorhídricas y otras, como las litiasis renales, cólicos nefríticos, arterioesclerosis, albuminuria, reumatismo, gota, etc.

Liérganes.—La villa de este nombre se halla situada en la orilla izquierda del río Miera, a unos 30 kilómetros al SE. de Santander y a 50 metros de altura sobre el nivel del mar. El pueblo ocupa la cabecera de uno de los valles más pintorescos de la montaña, rodeado de frondosos montes de accidentado relieve. El balneario, donde se encuentran los manantiales, se halla en la confluencia de la carretera que de La Cavada va a Torrelavega con la de Liérganes a San Roque de Riomiera, a ocho kilómetros solamente de Solares, y estando unido por ferrocarril desde

Orejo a la línea de Santander a Bilbao, el acceso a Liérganes, por carretera o por línea férrea es sumamente cómodo y fácil.

Los manantiales de agua mineral de Liérganes son dos: uno conocido desde muy antiguo con el nombre de Fuente Santa y otro, captado posteriormente, que lleva el nombre de Fuente Nueva. El primero brota dentro del mismo balneario y sus aguas son recogidas en el mismo lugar de emergencia, dentro de un depósito de fábrica; el segundo, o la Fuente Nueva, brota a 100 metros de distancia, y sus aguas captadas desde el año 1890 son conducidas por tubería de cemento hasta un depósito construido al lado del de la Fuente Santa. Ambos manantiales brotan en terreno liásico, casi en la línea de contacto, no muy bien visible, con el triás superior y relativamente próximos del afloramiento de ofitas de Solares, Valdecilla, Anaz y Hermosa, que hemos citado anteriormente. El asomo del liás aparece entre el cretáceo y las margas irisadas del keuper y puede corresponder al eje de un anticlinal que, más al E., muestran las calizas aptenses, anticlinal derivado de que por el N. forman las sierras de Cabarga y Santa Marina; estos pliegues están cortados normalmente por la falla que determina el curso del río Miera en dirección casi S. a N., en cuya dirección aparece el afloramiento de ofitas, y en cuyo extremo N. brotan los manantiales de Solares y en el S. las fuentes de Liérganes. Es, pues, tectónicamente imposible dejar de relacionar ambos manantiales minerales con estos accidentes y estructura geológica y con el núcleo ofítico.

Los aforos hechos en estos manantiales de Liérganes han dado para la Fuente Santa 0,783 litros por segundo, o sea 2.818,8 litros por hora, y para la Fuente Nueva 3,132 litros por segundo, o sean 11.275,2 litros por hora; en conjunto los dos manantiales dan 338.256 litros por día.

El agua de la Fuente Santa tiene una temperatura de

17,5 grados centígrados, es incolora y transparente, con olor de hidrógeno sulfurado y sabor soso débil; su densidad es 1,004069. El agua de la Fuente Nueva tiene una temperatura de 21,1 grados centígrados, es incolora, con el mismo olor a hidrógeno sulfurado y sabor soso menos pronunciado y de 1,003158 de densidad.

La composición química del agua de ambas fuentes fué determinada primeramente por un análisis verificado en 1862 por el Profesor de la Universidad de Madrid Doctor Rioz. y más tarde por el Profesor de Química del Instituto de Santander Dr. Escalante y el Químico municipal Doctor Cagigal, el cual insertamos a continuación:

Materias salinas en un litro.

	Fuente Santa Gramos.	Fuente Nueva Gramos.
Cloruro potásico.....	0,0431	»
Cloruro sódico.....	1,1049	»
Cloruro magnésico.....	0,0286	0,1874
Sulfato potásico.....	0,4236	0,1121
Sulfato sódico.....	»	0,3935
Sulfato magnésico.....	»	0,1218
Sulfato cálcico.....	1,755	1,5013
Carbonato de litina.....	indicios	indicios
Carbonato de magnesia..	0,4087	0,1529
Carbonato de cal.....	0,1955	0,0148
Carbonato ferroso.....	0,0041	0,0044
Sulfato de alúmina.....	0,0019	0,0025
Sílice libre.....	0,0103	0,0056
Materia orgánica.....	indeterminada	indeterminada
TOTAL.....	3,9757	2,4963

Gases disueltos en un litro.

	Centímetros cúbicos.	Centímetros cúbicos.
Hidrógeno sulfurado.....	21,43	16,76
Nitrógeno.....	29,48	24,37
Acido carbónico.....	16,40	19,47

Composición en iones por litro.

CATIONES		
Hidrógeno.....	0,0020	0,0016
Potasio.....	0,1820	0,0430
Sodio.....	0,4370	0,1014
Calcio.....	0,4960	0,4475
Magnesio.....	0,1248	0,1116
Aluminio.....	0,0003	0,0004
Hierro.....	0,0019	0,0021
Litio.....	ind.	ind.
	<hr/> 1,2440	<hr/> 0,7076
ANIONES		
Azufre.....	0,0310	0,02375
Cloro.....	0,7120	0,1400
Sulfúrico.....	1,3645	1,2375
Carbónico.....	0,3341	0,1267
Silícico.....	0,0110	0,0065
	<hr/> 2,4526	<hr/> 1,53445
Suma total de cationes y aniones.	3,6966	2,24205

Estas aguas de Liérganes están clasificadas como sulfhídrico-azoadas, sulfurado-cálcicas. Sea por su radioactividad, o sea por algún otro agente desconocido, como dice el Profesor Liebreich, de la Universidad de Berlín, pues la composición de las aguas minerales no explica los asombrosos efectos que éstas ocasionan, es lo cierto que estas aguas producen acciones curativas inexplicables en las afecciones del aparato respiratorio, pero no por eso menos evidentes y palpables, según se tiene siempre ocasión de comprobar y lo acredita una larga experiencia. Están, por lo tanto, indicadas para los catarros, nasales o bronquiales, catarros crónicos, convalecencia de bronquitis, pulmonías, etc., y en los infartos del hígado, congestiones intestinales y cólicos nefríticos. La Sociedad anónima propietaria de estas aguas ha hecho en el establecimiento balneario de Liérganes una instalación modelo, comparable con las mejores de aguas similares, sobre todo en sus salas de inhalación, que cuentan con muy modernos aparatos

Alceda.—El pueblo de este nombre corresponde al Ayuntamiento de Corvéra, en el valle de Toranzo; está situado a la orilla izquierda del río Pas, y dista 42 kilómetros de la capital de la provincia, a la que se halla unido por el ferrocarril del Astillero a Ontaneda y por la carretera de Santander a Burgos.

Los manantiales de Alceda deben considerarse como de los primeros entre los más importantes de España; la abundancia y excelente mineralización de sus aguas, su pureza bacteriológica y las bellezas naturales de la región en que brotan, son causa de que el establecimiento de Alceda figure entre los más renombrados. Su historia es bien conocida y, desde la época romana hasta nuestros días, no han perdido el abolengo de sus virtudes y propiedades curativas. Los primeros análisis químicos de estas aguas datan de 1849 y 1861, incompletos naturalmente, pero que han ido perfeccionándose en fechas posteriores; vamos a transcribir solamente el último efectuado por el competentísimo Profesor de Química de la Facultad de Farmacia de Madrid, D. J. Casares, que ha efectuado uno detalladísimo rectificando determinaciones anteriores.

Emergen estas aguas en el fondo de un amplio depósito o pozo, entre guijos y cantos rodados de los antiguos aluviones del río Pas, por varios puntos de salida y con notable presión, alcanzando en el depósito una altura de unos cuatro metros. Según los aforos practicados hace años, el caudal asciende a 42,138 litros por segundo, o sean 3.640.240 litros por día.

Un olor muy marcado a hidrógeno sulfurado se percibe al aproximarse a las aguas. La acción de este gas se manifiesta continuamente por todas partes, ennegreciendo las paredes, los aparatos de inhalaciones y los objetos de metal. Del depósito en donde nacen se conducen, por tuberías apropiadas, a la fuente de bebida, a los baños de pilas y a un gran baño general o piscina de natación, habiendo cau-

dal suficiente para alimentar con exceso todos los servicios y con un gran sobrante.

El agua es límpida, transparente, incolora, en pequeñas masas, y de sabor característico en el que se percibe claramente la existencia del principio sulfuroso. El olor es de huevos podridos, olor que demuestra la presencia del hidrógeno sulfurado, y que el agua pierde paulatinamente por la acción del tiempo, acabando por quedar privada de él en absoluto.

En los baños, en los canales por donde corre, y en general en todos los sitios por donde el agua circula, se observa un depósito blanco amarillento, suave al tacto, y al que se da el nombre de glerina.

Examinada el agua en grandes masas se observa un color azulado característico. Este color es ya muy perceptible en el depósito central, que demuestra ya además la extraordinaria transparencia de la misma; pero en la piscina o baño de natación el color se descubre sin el menor asomo de duda, mostrando un matiz análogo al de una solución débil de sulfato cúprico.

La temperatura del agua es de 26 grados, que coincide con la indicada ya en los primeros análisis hechos, lo que prueba su constancia.

Peso específico, 1,005114.

Residuo fijo a 180°, 5,8284 gramos por litro.

Descenso del punto de congelación, 0,247.

Conductibilidad eléctrica a 25°, 0,00828.

Concentración osmótica (moliones), 0,13351.

Presión osmótica, 3,257 atmósferas.

Gases que se desprenden espontáneamente: nitrógeno, con pequeñas cantidades de sulfhídrico.

Gases y sales en disolución.

Nitrógeno a 26° y 760 milímetros, 22,07 centímetros cúbicos por l.

Acido sulfhídrico, 7,44 centímetros cúbicos por l.

	Gramos por litro.
Cloruro sódico	2,765892
Cloruro potásico.....	0,141136
Cloruro lítico.....	0,017021
Cloruro amónico.....	0,001351
Bromuro sódico.....	0,000163
Ioduro sódico.....	0,000087
Sulfato potásico	0,010343
Sulfato cálcico.....	2,038992
Sulfato magnésico.....	0,602294
Bicarbonato cálcico.....	0,050225
Bicarbonato estróncico.....	0,035956
Bicarbonato ferroso.....	0,000480
Acido metasilícico.....	0,010860

Bario y ácido bórico, pequeñas cantidades.

Análisis en iones.

CATIONES		ANIONES	
Ion hidrógeno.....	0,000677	Ion cloro.....	1,890046
» potasio.....	0,078817	» bromo.....	0,000127
» sodio.....	1,089884	» iodo.....	0,000074
» litio.....	0,000285	» sulfúrico.....	1,845069
» amonio.....	0,000456	» carbónico.....	0,090889
» calcio.....	0,670264	» azufre.....	0,010860
» estroncio.....	0,015027	» metasilícico.....	0,013758
» hierro.....	0,000151		
» magnesio.....	0,121784		

El lodo blanco, suave y untuoso al tacto, que aparentemente las aguas depositan, recibe el nombre de glerina. La naturaleza de esta substancia, examinada al microscopio, donde aparece en filamentos tenues de aspecto algodonoso con zonas articuladas en cuyo interior se encuentran gránulos de azufre, demuestra la existencia de las

algas Beggiatoas, que se desarrollan en las aguas sulfurosas. Su análisis ha dado:

Agua.....	4,99
Azufre.....	69,19
Cenizas.....	5,93
Materia orgánica.....	19,89
	100,00

Es notable, según este análisis, la gran cantidad de azufre que existe mezclada con el alga. Confirma los datos del análisis el que un poco del alga seca arde fácilmente, produciendo una llama lívida y un fuerte olor de gas sulfuroso. En las cenizas se encuentra el hierro en cantidad relativamente notable y el ácido fosfórico.

Los ensayos bacteriológicos practicados con cápsulas Petri sólo dieron al cabo de varios días de cultivo un corto número de colonias, que provenían en su mayor parte del aire, no descubriéndose ninguna especie patógena. De aquí se deduce que las aguas de Alceda no están contaminadas y son de gran pureza. Esto mismo lo confirma la ausencia de ácido nitroso y, además, que el residuo de la evaporación del agua no se ennegrece al ser calentado al rojo. Esta conclusión es muy interesante respecto a las aguas de Alceda. Sabido es que muchos atribuyen la formación del sulfhídrico en las aguas sulfatado-cálcicas a la reducción del yeso por materias orgánicas; pero en las aguas de Alceda no se encuentran bacterias, ni materia orgánica en disolución en cantidad apreciable, lo cual constituye una dificultad para explicar la presencia del sulfhídrico en estas aguas por reducción del sulfato. Teniendo en cuenta la abundancia de algas sulfurarias y la facilidad con que éstas reducen los sulfatos, desprendiendo ácido sulfhídrico, debe atribuirse a ellas la presencia de éste en el agua de Alceda.

El Sr. Casares atribuye la coloración azul que ofrecen

estas aguas a la presencia de una combinación compleja de compuestos de azufre.

La medida de la conductibilidad eléctrica ha sido hecha por el Profesor D. Blas Cabrera, por el método de Kohlrausch, obteniendo los siguientes resultados:

- Conductibilidad específica del agua de Alceda a 18°, 0,00714.
- Conductibilidad específica del agua de Alceda a 25°, 0,00828.
- Idem diluida en un volumen de agua destilada a 18°, 0,00379.
- Idem diluida en un volumen de agua destilada a 25°, 0,00440.

La radioactividad, determinada por el Profesor Sr. Muñoz del Castillo, ha dado 12,64 voltios hora-litro.

Teniendo en cuenta los elementos que mineralizan estas aguas y las reglas establecidas para su clasificación oficial, deben denominarse aguas termales, clorurado sódicas, sulfhídrico azoadas, variedad bromo iodurada, litínica.

Las aguas mineromedicinales de Alceda, por su termalidad y por su composición química, tienen especialización terapéutica en el escrofulismo, dermatosis y catarros de las vías respiratorias.

Ontaneda.—En la misma orilla izquierda del Pas, a unos 400 metros aguas abajo del manantial de Alceda, brota el de Ontaneda, en el pueblo de este nombre, del valle de Toranzo.

El establecimiento balneario se levanta muy próximo a la estación terminal del ferrocarril del Astillero a Ontaneda, dentro del amplio parque que le une al balneario de Alceda, cuyas aguas son completamente similares. El manantial de Ontaneda emerge, como el de Alceda, en el fondo de un gran depósito cerrado, entre los guijos y cantos rodados de los aluviones del río, que en toda la vega del valle de Toranzo recubren con espesores grandes el terreno liásico infrayacente, en el que verdaderamente deben tener su salida ambos manantiales, los cuales, muy

probablemente, representan dos emergencias distintas de un solo caudal circulante en profundidad.

El caudal de Ontaneda da un aforo de 2.000.000 de litros por día, no tan grande como el de Alceda, pero más que suficiente para toda clase de aplicaciones balneoterápicas. En el depósito en que se recoge, cerrado por cristalerías y persianas, se observa extraordinario desprendimiento de burbujas de ázoe mezclado con hidrógeno sulfurado, que alimenta la sala de inhalación difusa. La temperatura del manantial es constantemente de 26,5 grados centígrados; es, pues, meso-termal.

El agua es límpida e incolora en pequeñas masas; en gran cantidad tiene un tinte azul verdoso, que tal vez dependa de la especial composición química del líquido, de la existencia de polisulfuros o de coloides especiales. Su sabor y olor son característicos, de huevos podridos, que demuestra la presencia del hidrógeno sulfurado, y que el agua va perdiendo con el tiempo.

El análisis hecho por el Profesor D. Jose Casares dice así:

Temperatura	26,5 grados centígrados.
Peso específico.....	1,00515 a 12°.
Residuo fijo a 180°.....	5,8951 gramos por litro.
Descenso del punto de congelación....	0,210.
Conductibilidad eléctrica.....	0,00653.
Concentración osmótica.....	0,1135.
Presión osmótica.....	2,785.

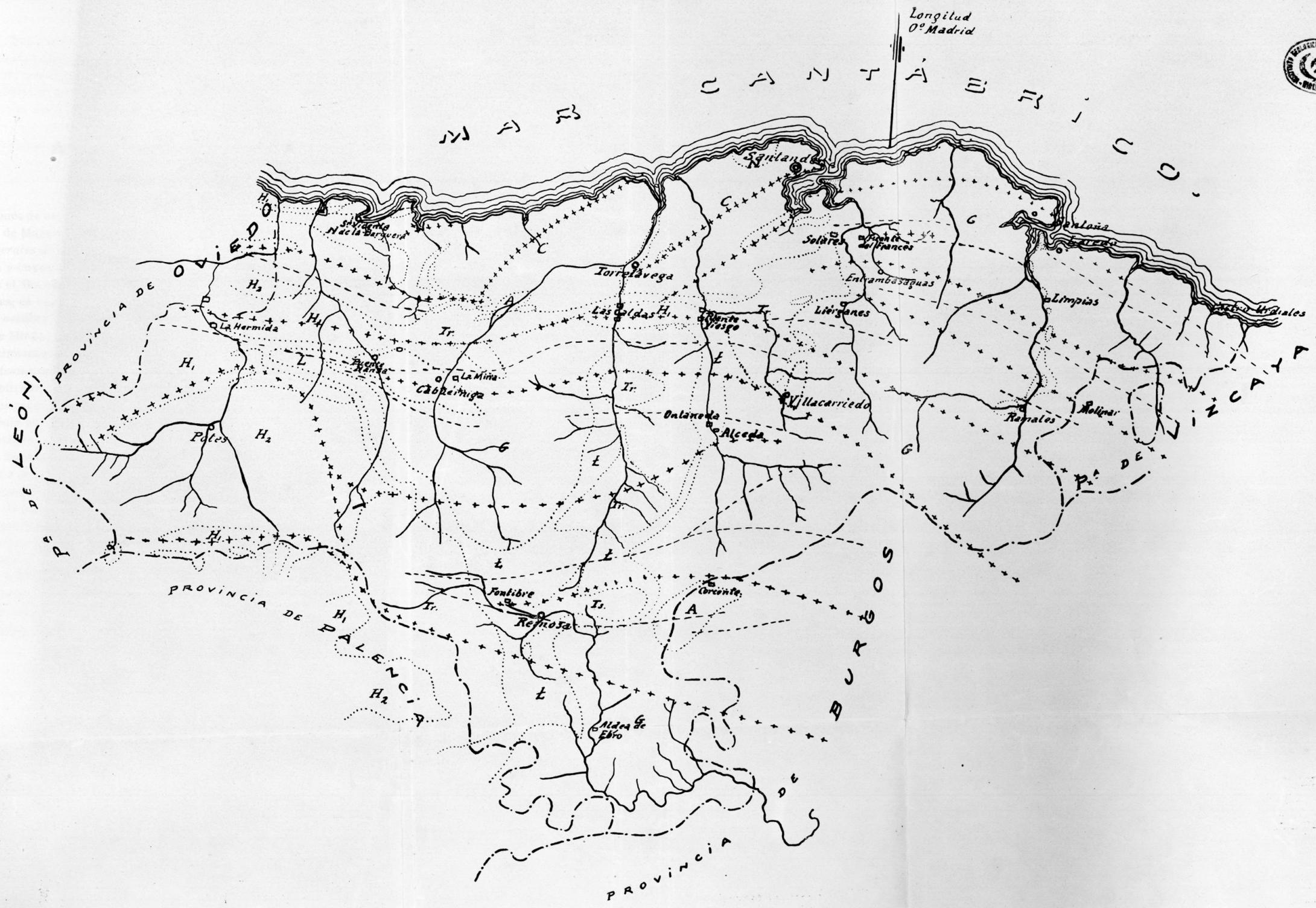
Sales de disolución sulfhídrica.

	Granos por litro.
Acido sulfhídrico.....	0,009315
Cloruro sódico.....	2,972110
Cloruro potásico.....	0,029115
Cloruro lítico.....	0,002430
Cloruro amónico.....	0,001442
Bromuro sódico.....	0,000350
Yoduro sódico.....	0,000006
Sulfato cálcico.....	1,922510
Sulfato magnésico.....	0,576131
Bicarbonato cálcico.....	0,125501
Bicarbonato estróncico.....	0,057660
Bicarbonato ferroso.....	0,000264
Acido metasilícico.....	0,013632
TOTAL.....	5,710466

El examen bacteriológico fué practicado, según el método ordinario, empleando tubos de gelatina y cápsulas Petri y el escasísimo número de colonias obtenido demuestra la pureza del agua.

Se indican estas aguas, como las de Alceda, en las dermatosis, catarros, avariosis, reumatismo y ciertas dispepsias.

Por no haber sido posible obtener y completar con datos y análisis recientes la descripción de otros manantiales mineromedicinales de la provincia, dejamos para la Memoria del próximo año la terminación de esta monografía. Se acompaña un croquis geológico de la provincia, indicándose la situación de los manantiales, los terrenos en grandes líneas y los ejes representativos de los principales pliegues tectónicos, para que pueda observarse la relación que entre unos y otros existe.



Escala 1:400000.



ACLARACIÓN

Después de hecho, por el distinguido Ingeniero D. Juan Manuel de Mazarrasa, el interesante *Estudio de los criaderos minerales de la provincia de Santander*, que lleva fecha de 1924, y cuyos datos se tomaron el año anterior, publicado en el BOLETÍN OFICIAL DE MINAS, METALURGIA Y COMBUSTIBLES; en los números correspondientes a los meses de junio a octubre del pasado año, la Real Compañía Asturiana de Minas, propietaria de las de Reocín, ha efectuado reconocimientos que hacen variar los datos consignados en el informe en la parte que se refiere al *Criadero de Reocín*, publicado en el BOLETÍN correspondiente al mes de junio; los reconocimientos del yacimiento se hicieron principalmente por sondeos, cuya profundidad varía entre 110 y 520 metros, y cuyo número asciende a 29. Este procedimiento, dada la disposición del criadero, se presta perfectamente a la investigación, y de los datos obtenidos, deducidas cantidades prudenciales para posibles esterilizaciones, se obtiene una cubicación de minerales explotables que asciende a 9.000.000 de toneladas.

En vista de los resultados obtenidos, se proyectó un pozo maestro que cortara los niveles profundos del yacimiento, a 300 metros del brocal situado en la falda Norte de las colinas que cierran el valle de Reocín, por el septentrión, por el que a mediados del año 1932 se hará la casi totalidad de la extracción, que funcionará eléctricamente

por el moderno sistema Skips, procedimiento indicado en el caso de Reocín, puesto que el tiro en el pozo será siempre de un solo nivel. Este pozo estará enlazado con las unidades de lavado por flotación puestas en marcha en el año 1927, y que modificadas últimamente son capaces de una entrada de mineral todouno de 900 toneladas en veinticuatro horas, por un ferrocarril eléctrico capaz de transportar 1.000 toneladas en siete horas.

ESTADISTICA

Avance de la producción de combustibles
durante el mes de noviembre de 1930

Asturias

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	367.464
Antracita.....	2.111
TOTAL	369.575

Coque..... 6.963 toneladas.
Aglomerados..... 11.706 —

Baleares

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	2.778

Cataluña

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	1.830
Lignito.....	11.882
TOTAL	13.712

Producción de coque: toneladas de coque de gas.

Ciudad Real

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	29.511

Córdoba

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	21.415
Antracita.....	13.661
TOTAL	35.076

Briquetas..... 5.656 toneladas.
Coque..... 4.053 —

Guipúzcoa

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	831

León

CLASIFICACION	Toneladas
Hulla.....	57.364 (1)
Antracita.....	26.639
TOTAL	84.003 (1)

Aglomerados..... 19.605 toneladas.
Coque..... 1.615 —

Palencia

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	18.388
Antracita.....	14.629
TOTAL	33.017

Aglomerados..... 11.389 toneladas.
Coque..... —

(1) Cifras provisionales.

Santander

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Lignito.....	1.841
Coque de gas.....	360 toneladas.

Sevilla

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	16 000
Aglomerados de hulla...	7.584 toneladas.

Teruel

CLASIFICACION	Toneladas
Lignito.....	10.269

Valencia

Coque metalúrgico.....	7.352 toneladas.
------------------------	------------------

Valladolid

Aglomerados de hulla.....	290 toneladas.
---------------------------	----------------

Vizcaya

Coque.....	10.434 toneladas.
Aglomerados.....	3.699

Zaragoza

CLASIFICACIÓN	Toneladas
Hulla.....	487
Lignito.....	3.636
TOTAL.....	4.123

Coque de gas..... 36 toneladas.

Producción de combustibles durante los meses de enero a noviembre de 1930

	Meses anteriores	Noviembre	TOTAL
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita.....	508.904	57.040	565.944
Hulla.....	5.555.734	512.459 (1)	6.068.193 (1)
Lignito.....	318.107	31.264	349.371
TOTAL.....	6.382.745	600.763 (1)	6.983.508 (1)
Coque metalúrgico.....	529.895		
Aglomerados.....	578.207		

Producción nacional de aceites combustibles (2)

Meses de enero a noviembre de 1930:

Productos de baterías de hornos de coque (destilación de la hulla)

	Meses anteriores	Noviembre	TOTAL
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Benzol 90 por 100 (ligero)...	2.805.490	153.786	2.959.276
Benzol 50 por 100 (medio)...	171.123	11.167	182.290
Solvent-nafta (pesado).....	527.466	17.547	545.013
Otros tipos.....	456.829	23.780	480.609
TOTAL.....	3.960.908	206.280	4.167.188
Aceites crudos (alquitranes)	27.053.334	1.425.634	28.478.968

Productos de las pizarras carbonosas de Puertollano

Aceites crudos.....	4.848.276	501.764	5.350.040
Gasolinas y similares.....	476.506	50.934	527.440

(1) Cifras provisionales.

(2) Datos suministrados por el FOMENTO DE LA PRODUCCION DE ACEITES Y ESENCIAS MINERALES DE ESPAÑA.—Martínez Campos, 28.—Madrid.



Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de noviembre de 1930

Producción de minerales de hierro.

DISTRITOS MINEROS	Toneladas
Almería.....	48.497
Badajoz.....	3.585
Coruña (Galicia).....	37.434
Granada-Málaga.....	26.701
Guipúzcoa-Alava-Navarra.....	1.777
Huelva.....	28.568
Jaén.....	271
Murcia.....	8.245
Oviedo.....	5.776
Santander.....	40.858
Sevilla.....	8.700
Valencia-Alicante-Castellón-Teruel.....	46.045
Vizcaya.....	179.314
Zaragoza.....	5.608
TOTAL.....	441.379
Meses anteriores.....	4.600.992
TOTAL A LA FECHA.....	5.042.371

Producción siderúrgica.

DISTRITOS MINEROS	FUNDICIÓN	ACERO	FERRO-MANGANESO	FERRO-SILICIO	SILICO-MANGANESO
	Toneladas	Toneladas	Kgrs.	Kgrs.	Kgrs.
Barcelona.....	»	66	»	»	»
Coruña.....	»	»	694.100	»	»
Guipúzcoa.....	335	1.702	»	»	»
Oviedo.....	8.587	10.079	»	»	»
Santander.....	4.229	3.568	»	»	»
Sevilla.....	»	»	»	»	»
Valencia.....	12.356	14.805	»	»	»
Vizcaya.....	17.802	28.538	»	»	»
TOTAL.....	43.309	68.758	694.100	»	»
Meses anteriores.....	517.557	741.204	4.712.700	»	»
T. A LA FECHA.....	560.866	809.962	5.406.800	»	»

Producción de mineral y metal de cinc.

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	»	»
Badajoz.....	»	»
Barcelona-Lérida.....	660	»
Ciudad Real.....	»	»
Córdoba.....	49	221
Guipúzcoa.....	558	»
Murcia.....	2.183	»
Oviedo.....	»	691
Santander.....	6.520	»
TOTAL.....	9.970	912
Meses anteriores.....	106.573	8.905
TOTAL A LA FECHA.....	116.543	9.817

Producción de mineral de cobre y cobre metálico.

Distritos mineros	MINERAL Toneladas	METAL			
		Cobre Blister Kgrs.	Cobre refinado Kgrs.	Cobre electrolítico Kgrs.	Cáscara de cobre Kgrs.
Córdoba..	»	»	»	554.422	»
Huelva....	290.185	1.350.149	»	»	»
Murcia....	»	»	»	»	»
Oviedo....	»	»	29.917	39.797	»
Sevilla....	422	»	»	»	20.000
TOTAL..	290.607	1.350.149	29.917	594.219	20.000
Meses anteriores	3.158.623	12.775.091	595.872	5.530.142	1.796.192
T. FECHA.	3.449.230	14.125.240	625.789	6.124.361	1.816.192

Producción de minerales de manganeso.

	Toneladas
Huelva.....	1.282
Oviedo.....	118
TOTAL.....	1.400
Meses anteriores.....	13.466
TOTAL A LA FECHA.....	14.866

Producción de mineral de plomo y plomo metálico

DISTRITOS MINEROS	MINERAL	METAL
	Toneladas	Toneladas
Almería.....	54	»
Badajoz	308	»
Barcelona-Tarragona-Gerona . .	376	53
Ciudad Real.....	782	»
Córdoba.....	1.964	4.046
Granada-Málaga.....	147	1.395
Guipúzcoa	69	592
Jaén	6.178	1.291
Murcia.....	1.203	4.766
Santander.....	472	»
Sevilla.....	»	»
TOTAL	11.553	12.143
Meses anteriores.....	104.473	98.764
TOTAL A LA FECHA.....	116.026	110.907

SECCIÓN OFICIAL

Personal

Se destina al Negociado segundo de la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas al Ingeniero Jefe de 1.^a clase don Rafael Martínez Espinar.

Es destinado al Distrito minero de Jaén el Ayudante principal del Cuerpo de Minas D. Fidel Manzanares Madueño.

Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de diciembre de 1930.

NEGOCIADO PRIMERO

a) Concesiones mineras. b) Concesiones e incidencias. c) Catalogación de yacimientos minerales. d) Cámaras oficiales mineras.

Concesiones mineras tituladas en el mes de diciembre de 1930.

PROVINCIA	TÉRMINO MUNICIPAL	NOMBRE DE LA MINA	SUBSTANCIA	SUPERFICIE Hectáreas	PROPIETARIOS
Baleares	Lloseta	San Miguel	Lignito	14	D. Abdón Bordoy Pastor.
Idem	María y Llubí	Eléctrica III	Idem	52	» Rafael de Lacy Gual.
Idem	Puigpuñent	Prominería	Idem	72	Contrataciones e Industrias, S. A.
Idem	Idem	Obdulia	Idem	73	Idem.
Idem	Sineu	Eléctrica	Idem	179	D. Rafael de Lacy Gual.
Idem	Idem	Eléctrica II	Idem	21	Idem.
Córdoba	Villaviciosa	La Pava del Pavo	Cobre	110	D. Blas García Fernández.
Idem	Posadas y Hornachuelos	La Escandalosa	Hierro	392	Sdad. Minas de Cobre de Andalucía.
Coruña	Boiro	Adela	Estaño	35	Estañífera de Arosa, S. A.
Idem	Lousame	Ramón	Wolfram	20	D. Ramón Gasset y Neira.
Idem	Idem	Gerardo	Idem	21	Idem.
Idem	Boiro	Esperanza	Idem	15	D. José Beiro Vázquez.
Jaén	Bailén	María Teresa	Plomo	128	» Geminiano Carrascal Marín.
Idem	Idem	Julianito	Idem	30	» Rafael Dobón Soriano.
Idem	Idem	El Rosario	Idem	30	» Pedro González Fernández.
Idem	Chiclana y Orcera	Orcera 2. ^a	Idem	314	Cía. Minera Metalúrgica Los Guindos.
Idem	Chiclana	Faccioso	Idem	175	Minas del Centenillo, S. A.
Idem	Idem	Hellín	Idem	12	Idem.
Idem	Idem	La Graja	Idem	86	Idem.
Idem	Idem	Emilia	Idem	113	Cía. Minera Metalúrgica Los Guindos.
Idem	Linares	Conchita	Idem	20	Cía. Española de Minas, S. A.
Idem	Orcera y Segura	Orcera 3. ^a	Idem	33	Cía. Minera Metalúrgica Los Guindos.
Idem	Idem	Orcera 4. ^a bis	Idem	128	Idem.
Idem	Santa Elena	2. ^a Esmeralda	Idem	12	Cía. Minera de las Belmaras.
Idem	Idem	La Casual	Idem	12	Idem.
Idem	Idem y La Carolina	2. ^o Antoñito	Idem	20	Idem.
Idem	Segura de la Sierra	La Baña	Idem	37	Minas del Centenillo, S. A.
Madrid	Berzosa	Santísima Trinidad	Plata	30	D. ^a María Luisa Barazona y Porras.
Idem	La Acebeda	María Luisa	Idem	30	D. Antonio Barazona y Porras.
Idem	Hoyo de Manzanares	Esperanza	Wolfram	20	» Jesús Cano Romero.
Málaga	Ronda	Robivir	Petróleo	1.000	» José Romero Vicente.
Idem	Idem	Ampliación a S. Lorenzo	Idem	75	» Lorenzo Romero Vicente.
Idem	Idem	San Vicente	Hierro	12	S. A. Argentina.
Oviedo	Carreño	3. ^a Gaspara	Idem	12	Sras. Viuda e Hijos de Inocencio Fernández.
Idem	Castrillón	Derelecta	Idem	96	Sdad. Metalúrgica Duro-Felguera.
Idem	Navia	Ramonita núm. 3.	Idem	35	D. Jerónimo Merino Ajuria.
Idem	Idem	Ramonita núm. 2.	Idem	100	Idem.
Idem	Idem	María Rosa	Idem	36	D. José del Rey y Velarde
Idem	Idem	Ramonita núm. 4.	Idem	100	» Jerónimo Merino Ajuria.
Idem	Aller	Concepción	Hulla	24	» Manuel Alonso Alvarez.
Idem	Caso	Santa Bárbara	Idem	60	» Angel Sánchez Santos.
Idem	Lena	Palmira	Idem	58	» José Díaz Martínez.
Santander	Campo de Yuso	Feliciana	Idem	32	» Esteban Castrillo Franco.
Tarragona	Pinell de Besoy	Llobre	Arcilla ref. ^a	12	» Francisco Barrul Ganou.
Idem	Perelló	Claudia	Hierro	72	Maquinaria Industrial y Agrícola, S. A.
Idem	Idem	Chirulo	Idem	96	Idem.
Idem	Tortosa	Emilio	Idem	56	Idem.
Idem	Idem	Ampliación a mina Josefa	Idem	73	D. Juan Vidal Guardia.
Idem	Ulldemolins	Ampliación a María Magdalena	Idem	20	» Joaquín de Robert y de Carles.
Idem	Idem	Santa Elena	Idem	22	» Juan Queralt.
Vizcaya	Bilbao	Raquel	Idem	16	» Julio Lorenzo Altube.
Idem	Orozco	Virgen del Pilar	Idem	56	» Mariano Manau.
Idem	Sopuerta Arcentales	Demasia a Dos Amigos	Idem	4,0343	» Ricardo Palacio Arnaiz.

Catastro minero.

Se ha practicado la rectificación mensual del catastro minero de las provincias de Baleares, Córdoba, Coruña, Jaén, Madrid, Málaga, Oviedo, Santander, Tarragona y Vizcaya.

Legislación

 MINISTERIO DE FOMENTO

Real orden incluyendo el espato calizo en la tercera sección del Decreto-ley de 29 de diciembre de 1868.

Ilmo. Sr.: En el expediente incoado con motivo de la consulta elevada a este Ministerio por el Gobernador civil de Vizcaya en virtud de la instancia presentada por D. Mariano Manau, por la que solicita que se considere el espato de Islandia como mineral de la tercera sección a fin de poder explotar esta substancia en su concesión «San Jerónimo» y en otros registros de hierro adquiridos por el solicitante, el Consejo de Minería ha emitido el siguiente dictamen:

«El carbonato de calcio, llamado *espato calizo*, es una variedad de la calcita, que se diferencia de ésta en que está cristalizado romboédricamente, ofreciendo cruceros muy marcados, con texturas laminar y lamelar, y es una substancia frecuentemente accidental en los filones y en las canteras. En cambio, las calcitas más o menos impuras, como, por ejemplo, el *mármol*, que tiene textura sacaroidea o granuda; la *pedra litográfica*, que es compacta y de fractura concoidea; la *creta*, que es terrosa; las estalactites y colitas, que son concrecionadas y fibrosas, y la *caliza corriente*, que es seca o hidráulica, son rocas más o menos macizas y que se presentan en masas y se prestan a su explotación en canteras. Por último, se distingue también el *espato calizo* del aragonito en que éste es el carbonato de calcio cristalizado prismáticamente y aquél el cristalizado

romboédricamente. Pues bien, si se entiende por espato de Islandia la variedad del «espato calizo» que se presenta en ejemplares límpidos y con doble refracción intensa y visible, entonces este Consejo de Minería está completamente de acuerdo en que se incluya dicho *espato de Islandia*, o sea, repetimos, la variedad cristalina y límpida del espato calizo, en los minerales de la tercera sección, por las razones siguientes: El *espato de Islandia* no figura en ninguna de las tres secciones en que el Decreto-ley de bases clasifica las diversas sustancias minerales, pues, en lo referente a la *calcita*, sólo se hace mención de las piedras calizas; considerándolas incluídas en las canteras, que pertenecen a la primera sección. Ahora bien, aunque el *espato de Islandia* sea también, como dijimos, una *calcita*, como no se explota para la construcción, sino únicamente aprovechando la característica de su doble refracción para su aplicación especial a multitud de aparatos de la física óptica, parece lógico diferenciarla de aquéllas, separándola del grupo de las *canteras* y trasladándolo por asimilación a la sección tercera en el grupo de las «piedras preciosas», tales como la turmalina o chorlo, que tiene parecidos usos y cuya especie mineralógica, cuando es transparente y de tintas claras, corren en el comercio como piedra fina, según las Mineralogías de Naranjo, Pisani, etc. Y estas separaciones no deben extrañar cuando el mismo Real decreto-ley las hace, diferenciando, por ejemplo, los *ocres* (tierras) de los óxidos de hierro (hematites).

Por cuanto antecede, y teniendo como precedente otros determinados considerandos expuestos en la Real orden de 18 de marzo de 1910 en que se declaró a la *bauxita* como mineral de la *tercera sección*, entiende este Consejo que también debe incluirse en la tercera el *espato de Islandia*, o sea la *variedad cristalina y límpida* del «espato calizo», asimilándolo al grupo de las «piedras preciosas», debiendo, por tanto, pagar el canon de superficie y los demás impues-

tos fiscales que satisfacen las minas concedidas de estas últimas sustancias.»

Y conformándose con el preinserto dictamen, S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien resolver como en el mismo se propone

Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 18 de marzo de 1930.—*Matos*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real orden adjudicando definitivamente a la Sociedad Trefor, domiciliada en esta Corte, la contrata para la ejecución de dos sondeos de investigación del nivel acuífero subterráneo existente en la cuenca potásica descubierta en la provincia de Navarra. (“Gaceta” del 11.)

Núm. 252.

Ilmo. Sr.: Visto el pliego de condiciones inserto en la *Gaceta de Madrid* núm. 270, correspondiente al día 27 de septiembre último, referente al concurso público para ejecutar, por contrata, dos sondeos de investigación del nivel acuífero subterráneo existente en la cuenca potásica de la provincia de Navarra:

Vistas las cuatro proposiciones presentadas a este concurso por D. Manuel Martínez Angel, en nombre y como apoderado de la Sociedad anónima Trefor; D. Ricardo Icardo Fontán, D. Eberhard Frey y D. Félix Cifuentes, siendo desechada esta última por no estar formulada legalmente:

Visto el informe emitido en 22 del corriente sobre las tres proposiciones admitidas por el Instituto Geológico y Minero de España, según el cual deben adjudicarse las obras objeto de este concurso a la Sociedad anónima Trefor, cuya oferta es la más conveniente:

Considerando que esta Casa ofrece la suficiente garantía y su proposición es la más económica de las tres admitidas,

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo propuesto por la Dirección general de Minas y Combustibles y de conformidad con el parecer del Instituto Geológico y Minero de España, ha tenido a bien disponer: Se adjudique definitivamente la contrata de ejecución de dos sondeos de investigación del nivel acuífero subterráneo existente en la cuenca potásica descubierta en la provincia de Navarra, objeto del mencionado concurso, a la Sociedad anónima Trefor, domiciliada en esta Corte, la cual queda obligada a legalizar en escritura pública, que otorgará ante Notario, dentro del plazo de sesenta días, contados a partir de la fecha de inserción en la *Gaceta de Madrid* de la Real orden de adjudicación, los compromisos que contrae con el Estado, y a comenzar la perforación del sondeo número 2 en el término de tres meses, a partir de la misma fecha.

Lo que de Real orden digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 28 de noviembre de 1930.—P. D., *Jose de Luna*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

Real decreto núm. 2.835 desestimando la petición formulada por D. José García Gómez, por la que solicita la concesión de los beneficios otorgados por el de 1.º de abril de 1927, para la expropiación de terrenos propiedad del Ayuntamiento de Mingorría. (“Gaceta” del 27.)

Real orden núm. 2.719 que desestima petición formulada por D. Isidoro Arrida y Arregui, en representación de la Sociedad La Vascongada, por la que solicita la concesión de los beneficios otorgados por el Real decreto de 1.º de abril de 1927, para su industria de fabricación de yeso y escayola, del término de Vallecas, provincia de Madrid. (“Gaceta” del 13.)

Real orden núm. 250 (rectificada) declarando que de la cantidad a que se refiere el artículo 3.º transitorio del Real decreto de 27 de diciembre de 1929, corresponde percibir al Sindicato de los Obreros mineros de Asturias el 92 por 100 y al Sindicato Católico de Mineros asturianos el 8 por 100. (“Gaceta” del 16.)

Real orden que dispone rijan para el mes de enero próximo los mismos precios vigentes en el actual para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo. (“Gaceta” del 26.)

Núm. 268.

Ilmo. Sr.: De conformidad con la propuesta del Consejo de Administración del Consorcio del Plomo en España,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que durante el próximo mes de enero rijan para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo, efectuada por dicho organismo, los mismos precios vigentes en el mes de diciembre actual, o sean los establecidos por Real orden de 29 de noviembre (*Gaceta* del 3).

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 22 de diciembre de 1930.—P. D., *José de Luna*.

Señor Director general de Minas y Combustibles.

INDICE

	<u>Páginas</u>
<i>Aguas mineromedicinales de la provincia de Santander</i> , por el Ingeniero de Minas D. J. M. de Mazarrasa (conclusión).....	805
Aclaración.....	827
ESTADÍSTICA:	
Avance de la producción de combustibles durante el mes de noviembre de 1930.....	830
Producción de combustibles durante los meses de enero a noviembre de 1930.....	833
Producción nacional de aceites combustibles durante los meses de enero a noviembre de 1930.....	833
Avance de la producción de minerales y metales en España durante el mes de noviembre de 1930.....	834
SECCIÓN OFICIAL:	
Relación de asuntos tramitados por la Sección de Minas e Industrias Metalúrgicas durante el mes de diciembre de 1930.....	838
LEGISLACIÓN:	
Ministerio de Fomento.—Real orden incluyendo el espato calizo en la tercera sección del Decreto-ley de 29 de diciembre de 1868.....	841
Real orden adjudicando definitivamente a la Sociedad Trefor, domiciliada en esta Corte, la contrata para la ejecución de dos sondeos de investigación del nivel acuífero subterráneo existente en la cuenca potásica descubierta en la provincia de Navarra.....	843

Real decreto desestimando la petición formulada por D. José García Gómez, por la que solicita la concesión de los beneficios otorgados por el de 1 ° de abril de 1927, para la expropiación de terrenos propiedad del Ayuntamiento de Mingorría.....	844
Real orden que desestima petición formulada por don Isidoro Arrida y Arregui, en representación de la Sociedad La Vascongada, por la que solicita la concesión de los beneficios otorgados por el Real decreto de 1. ° de abril de 1927, para su industria de fabricación de yeso y escayola, del término de Vallecas, provincia de Madrid.....	844
Real orden declarando que de la cantidad a que se refiere el artículo 3. ° transitorio del Real decreto de 27 de diciembre de 1929, corresponde percibir al Sindicato de los Obreros mineros de Asturias el 92 por 100 y al Sindicato Católico de Mineros asturianos el 8 por 100.....	845
Real orden que dispone rijan para el mes de enero próximo los mismos precios vigentes en el actual para la venta del plomo en barra y elaborado y para la compra del plomo viejo.....	845

